

النماذج المحاسبية وبحوث العمليات

في

إتخاذ القرارات

تأليف

دكتور

كمال خليل أبو زيد

كلية التجارة - جامعة الإسكندرية

دكتور

عبدالحى مرعى

كلية التجارة - جامعة الإسكندرية

١٩٨٢

الناشر

دار الرشاد للطباعة والنشر

٤٧ شارع سعد زغلول ت ٨٠٨١٧٣

النماذج المحاسبية وبحوث العمليات في اتخاذ القرارات

تأليف

دكتور
كمال خليفة فوزي
كلية التجارة - جامعة الإسكندرية

دكتور
عبد الحمى مبرعى
كلية التجارة - جامعة الإسكندرية

١٩٨٤

(الناشر)
دار النشر للطباعة والنشر
٤٧ شارع سعد بن عبد الله
٩٠٨١٧٣

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة الكتاب

يعيش العالم فى الظروف الراهنة ثورة جبارة فى أنظمة المعلومات ، والسى احداها - وربما أهمها - النظام المحاسبى . وتمتد تيارات الثورة الى تحريك وتعيير الجد وراكما تمتد لتغيير وتطوير الأسس والأدوات والأهداف والمكانيات . وتهدف الثورة بصفة عامة لتوفير مناخ أكثر علمية وأحسن منطقية لاتخاذ القرارات السليمة المؤثرة فى موارد المجتمعات الطبيعية والصناعية ، بقصد رفع مستوى الرأىة وتوفير امكانيات التقدم والنمو .

وترتكز هذه الثورة فى مقوماتها الرئيسية على قوى العلم والمعرفة ، وتشمل كل ما يتعلق باتخاذ القرارات ابتداءً بتقصى البدائل وتتبعاً بتوفير البيانات ، واختيار النماذج الملائمة لاتخاذ القرارات ، وتحديد القوى المؤثرة فى اتخاذ القرارات ونتائجها ، وغيرها ، وانتهاءً بقياس كفاءة وفعالية القرار المتخذ فى شأن تحقيق الأهداف الذى تم اتخاذه من أجل تحقيقها .

وتعتبر المحاسبة الادارية ، بما تولده من معلومات وما توفره من نماذج مساعدة فى اتخاذ القرارات أكثر جزئيات النظام المحاسبى تأثراً وأهمها تأثيراً فى تحقيق أهداف هذه الثورة . ويهدف هذا الكتاب الى توضيح دور المحاسبة الادارية فى المساهمة فى عملية اتخاذ القرارات فى ظل هذه البيئة الثورية .

وينقسم الكتاب الى قسمين ، يقوم القسم الأول على تقديم النماذج والأدوات المحاسبية وما يرتبط بها من معلومات محاسبية فى شأن اتخاذ القرارات ، كما يقوم القسم الثانى على تقديم نماذج بحوث العمليات التى تستخدم البيئات المحاسبية فى شأن اتخاذ القرارات .

وقد كتب القسم الأول الدكتور/ كمال خليفه أبوزيد ، أما القسم الثانى فقد كتبه الدكتور/ عبد الحى مرعى .

ونسأل الله العلى القدير أن يكون قد وفقنا فى تحقيق الأهداف التى تم كتابتها هذا المؤلف من أجلها .

المؤلفان

الفصل الأول

دور المعلومات المحاسبية

١ - مفهوم المحاسبة الادارية :

١-١ مقدمة :

يشهد العالم تطورات اقتصادية تفرضها ظروف ندرة موارد الطاقة والتضخم ومالهما من أثر على التكاليف والأسعار ، كما توجد ثورة تقنية هائلة عقدم فرصا ومثلها تحديات بما تفرضه التقنية الحديثة من تغيرات سريعة في جميع مجالات الحياة بصفة عامة ، ومجالات الأعمال بصفة خاصة . وبجانب ذلك توجد التغيرات في الظروف الاجتماعية والسياسية . وتضع هذه العوامل جميعها اطار البيئة التي تعمل فيها أى منشأة بصرف النظر عن طبيعتها ، كما تؤثر في أهداف المنشآت ولها وزنها في تشكيل استراتيجياتها . ولا يوجد شئ في أن المجتمع يتطلب من أى مشروع بالاضافة الى امداد السلع والخدمات للوفاء باحتياجات اجتماعية واقتصادية ، وأن يقاس أدؤه وفقا لمستوى المسؤولية الاقتصادية والاجتماعية - ذلك المستوى الذي يراه المجتمع لصالحه وليس لصالح المنشأة فقط .

وتعتبر المعلومات بمثابة "المحرك" لادارة أى مشروع، بل وتحدد قدرته على أداء وظائفه ، كما تتوقف درجة فعالية الادارة على مدى وفرة وجودة المعلومات اللازمة للتخطيط والتنظيم والتوجيه والرقابة . وتهدف أنظمة المعلومات الادارية الى امداد المعلومات لاتخاذ القرارات في مجال تخطيط وتنظيم ورقابة عملية الأنظمة الفرعية للمنشأة، وتمثل المحاسبة الادارية واحدا من أحدث وأهم نظم المعلومات المحاسبية التي تمثل أهم أفرع نظم المعلومات الادارية وأكثرها فاعلية .

١-٢ تعريف المحاسبة الادارية :

تعتبر المحاسبة الادارية أحد فروع المحاسبة التي تهدف الى توفير بيانات

ومعلومات صالحة لاتخاذ القرارات ، وبذلك تؤدي لمساعدة الإدارة في أداء وظيفتي التخطيط والرقابة . وبجانب اعتمادها على بيانات النظام المحاسبي ، فإن المحاسبة الإدارية تركز الى مفاهيم اقتصادية وسلوكية . وتحكم المفاهيم الاقتصادية قرارات استخدام الموارد ، أما المفاهيم السلوكية فتتناول سلوك الأفراد في التنظيم الذي يخدمه نظام المحاسبة الإدارية . ونتيجة لذلك فإن معلومات المحاسبة الإدارية تتضمن عناصر غير مالية ولا تنبثق من السجلات المحاسبية للنظام المحاسبي التقليدي . ولا زالت المحاسبة الإدارية في مهد ها كنظام للمعلومات ، وان تعددت كتاباتها فإنها لم تتفق في تحديد أطوارها ^(١) . وفي اعتقادنا أن المحاسبة الإدارية تمر بمراحل تطوّر تفرضها الظروف البيئية وتطور الأساليب الكمية والحاسبات الالكترونية وأثر هذه العناصر جميعا على أنظمة المعلومات . ونرى أن المحاسبة الإدارية تستجيب لهذه التطورات ، ذلك أن مصادر بياناتها محاسبية واقتصادية تقبل التحليل الكمي والتفسير السلوكي . وتعطى الأساليب الرياضية والاحصائية والتشغيل الالكترونى للبيانات إمكانيات ضخمة للمحاسب الإداري . وعند ما يتم الوفاء باحتياجات أساليب تحليل حديثة في مجالات التخطيط والرقابة واتخاذ القرارات ، فإن المحاسب الإداري يواجه بأساليب أخرى أكثر حداثة وقدرة ، تفرض تحديها بما تتطلبه من بيانات وتقدم فرصتها

(١) من أمثلتها التعريف الذي قدمه " كيلر وفيرارا " وحدد فيه هدف المحاسبة الإدارية في تسهيل تحقيق أهداف المنشأة ، وهذه الأهداف توليفة من عوامل مالية وغير مالية . . . ولذا فرضت هذه العوامل استخدام اصطلاح " الربح الأمثل " باعتباره أفضل من اصطلاح " أقصى الأرباح " . وتعريف " كيث " بأن المحاسبة الإدارية وسيلة لتوصيل المعلومات للمديرين ، والتي يجب أن يحصلوا عليها باعتبارهم متخذى قرارات ولا تقدمها السجلات المحاسبية التقليدية . ويرى أن استخداماتها متباينة بحسب المشاكل التي تواجه معلومات المحاسبة الإدارية لحلها . راجع ذلك في :

- Wayne Keller & William L. Ferrara, Management Accounting for Profit Control (N.Y.: McGraw-Hill Book Co., 1966), p. 3.
- Lyman A. Keith, Accounting: A Management Perspective (N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1980), p. 8.

بما تقدمه من معلومات تساعد في حل مشاكل معقدة لاجراء اختبارات أكثر صعوبة .
وتظل الحاجة الى التطور لما تقدمه البيئة التقنية والاقتصادية والاجتماعية والسياسية
من تغيرات تبرز مشاكل تستدعي الحل وفرصا تنتظر الاغتنام . ونتيجة ذلك اتساع مجال
المحاسبة الادارية بامتداد مصادرها وتعدد ميادين خدمتها . مستحاول ابراز أهم
خصائص المحاسبة الادارية من خلال مقارنتها بالمحاسبة المالية في النقطة التالية .

٢-١ . مقارنة بين المحاسبة المالية والمحاسبة الادارية :

لعل النقاط التالية والتي نتناول فيها المقارنة بين المحاسبة الادارية والمحاسبة
المالية تلقى ضوئاً أكثر على طبيعة المحاسبة الادارية ومجالها ، وتشابه المحاسبة
الادارية والمحاسبة المالية في أن كليهما يقوم على نظام المعلومات المحاسبي . وحيث
أنه يكون من غير المقبول بل والمكلف أن يوجد نظامان مختلفان لتجميع البيانات
المحاسبية ، فان المحاسبة الادارية تخلق استخداماً ذات قيمة للبيانات المحاسبية
الروتينية وتضيف اليها باستخدام أدوات التحليل المختلفة .

ولاحظ أيضا ما يراه "جاريسون" و "أنتوني" و "ريس" من أن المحاسبة الادارية
تهتم بتقديم معلومات الى المديرين ، الى أولئك الذين يكونون داخل المشروع
ويتحملون مسئولية توجيهه ورقابة عملياته ، ويقارنها بالمحاسبة المالية التي تقدم
المعلومات للأطراف الخارجية عن المشروع . ويرى "أنتوني" ، "ريس" أن معلومات
المحاسبة الادارية هي معلومات ملخصة وأنها تضم ثلاثة أنواع من المعلومات :
معلومات كاملة عن التكاليف والايادات وأخرى تفاضلية والثالثة على أساس المسئولية
ويذكر أن المحاسبة الادارية تنطوي على عمليات عديدة وتطبق مجموعات مختلفة
من الأسس التي تحكم توليف البيانات ، راجع في ذلك :

- Ray H. Garrison, Managerial Accounting (Dallas, Texas: Business Publications, Inc., 1969) p.2.
- Robert N. Anthony & James S. Reece, Management Accounting (Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc., 5th ed., 1975), p. 417.

كما تختلف المحاسبة الادارية عن المحاسبة المالية في الجوانب التالية :

أ - توجه بيانات المحاسبة الادارية لخدمة الأغراض الداخلية للمشروع حيث لا تكفى الادارة بنفس أنواع البيانات التي تتطلبها الجهات الخارجية . فهي تقوم بتوجيه العمليات اليومية ، والتخطيط للمستقبل ، وتحتاج البيانات التي تساعد في تحديد المشاكل واتخاذ القرارات . وقد تكون هذه البيانات غير مقبولة ولا قيمة لها لأصحاب الأسهم مثلا ، ويرجع ذلك للشكل الذي أعدت به البيانات أو استخدمت فيه .

ب - تركز المحاسبة الادارية على المستقبل لأن جزءا كبيرا من نشاط الادارة واهتمامها ينصب على وظيفة التخطيط ، وبذلك تتجه احتياجات المعلومات الى المستقبل وقد تغيد ملخصات التكاليف عن الفترات العاضية والبيانات التاريخية في عملية التخطيط ولكن الى مدى محدود ، اذ لا يمكن للادارة أن ترى المستقبل على أنه انعكاس للماضي . فهناك تغيرات في الظروف الاقتصادية ، ورغبات العملاء ، والأوضاع التنافسية ، وكل من هذه العوامل يتطلب أن يبنى اطار التخطيط الى حد كبير على بيانات نقدية قد تعبر عنها أولا تعبر التجربة العاضية .

وعلى العكس فالمحاسبة المالية تسجل العمليات بعد أن عتتم المبادلات ، ولا تهتم كثيرا في مجال التقديرات والتنبؤات عن المستقبل .

ج - تعد قوائم المحاسبة المالية في ظل المبادئ المحاسبية المقبولة قبولا عاما ، ويرجع ذلك الى أنها تقدم لعناصر خارج التنظيم ويجب أن يتوفر لهم ضمان في أن تعد المعلومات التي يتسلمونها وفقا لبعض القواعد الأساسية المألوفة . وإذا تم مخالفة هذه القواعد فقد تكون هناك فرصة للغش أو سوء العرض مما يقضى على الثقة في القوائم المالية . أما هدف المحاسبة الادارية فهو تقديم معلومات للادارة ،

ارجع في هذا الجزء الى :

- Robert N. Anthony and James S. Reece, Management Accounting, (Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc., 1975), pp. 421-23.
- Ray H. Garrison, Managerial Accounting (Dallas, Texas: Business Publications, 1979), pp. 13-16.

ولا تحكم الادارة بقواعد عامة فى المعلومات التى تتسلمها ، ولها أن تقيم بمفردها قواعد خاصة تنظم شكل ومحتوى المعلومات التى تتسلمها داخليا ، وسواء اغتقت هذه القواعد الخاصة مع المبادئ المحاسبية المقبولة أو لم تتفق فذلك غير ذات موضوع . وبذلك تكون للادارة الحرية فى إعادة تشكيل البيانات حسب رغبتها ، لأن الهدف هو الحصول على معلومات تكون فى أفضل أشكالها نفعاً .

د - تتحدد بيانات المحاسبة المالية بموضوعية كما تكون قابلة للتحقق ، ولكن الادارة تهتم باستلام معلومات ملائمة ومرنة ، ويعنى بالملائمة أن تكون مناسبة للمشكلة التى يتم معالجتها وهذا ما تقدمه المحاسبة الادارية ، وكلما كانت المعلومات مناسبة للمشكلة التى يراد حلها فان الادارة تنظر الى التحقق والموضوعية نظرة ثانوية . وقد يكون لدى الادارة المعلومات التى تكون مرنة بدرجة كافية حتى يمكن أن تستخدم فى أوضاع مختلفة لاتخاذ القرارات .

هـ - حينما تكون الحاجة ملحة الى المعلومات فان السرعة تكون أهم من الدقة ، وكلما زادت سرعة احضار المعلومات لدى الادارة تزيد سرعة حل المشاكل ، ولذا نجد أن الادارة قد تكون راغبة فى التخلي عن بعض الدقة للمعلومات المتاحة حالا . وإذا كان يجب اتخاذ قرار ما فان الانتظار أسبابا للحصول على معلومات تزيد فى دقتها قليلا قد يكون أمرا غير مرغوب ، ومن الأفضل العمل على أساس المعلومات الحاضرة . وعلى هذا فقد تكون التقديرات والتقريبات فى المحاسبة الادارية أكثر فائدة من الأرقام الدقيقة لأقرب قرش . وتهتم المحاسبة الادارية بالبيانات والمعلومات غير المالية . وعلى سبيل المثال فمن المهم معرفة الانطباعات عن المنتج الجديد ، والالام بالمعلومات حول ظروف الطقس المتوقعة ، وتلك معلومات طبيعتها غير مالية .

و - بينما تهتم المحاسبة المالية بالتقرير المالى عن أنشطة المنشأة ككل لأنها تهتم بالوحدة المحاسبية للمشروع ، نجد أن المحاسبة الادارية تركز على الأقسام وخطوط الانتاج عند ما تنظر الى تخطيط ورقابة العمليات التشغيلية ، وتتجه أيضا الى الاهتمام بالبرامج والمشروعات التى تمتد لعدة فترات متتالية ، وتهتم بإيراداتها وتكاليفها .

ز - تعدد اهتمامات المحاسبة الادارية خلف النظام المحاسبى التقليدى ،

وتنهل من مصادر أخرى متضمنة الاقتصاد والتمويل والاحصاء وبحوث العمليات والسلوك التنظيمي . وتعطى هذه المصادر الخارجية مدراء تعليمية وامكانيات تصميم يوجهه بحسب المناهج .

هناك عنصر اجباري في المحاسبة المالية ، ذلك أنها يجب أن تقوم خلال سجلات تحفظ لكي تكون المعلومات الجوهرية متاحة للاستخدامات الخارجية . ويتم تعيين السجلات التي يجب حفظها . ونجد أن المحاسبة الادارية اختيارية بدرجة كاملة . أما السؤال السهام الذي يطرح فهو : هل المعلومات مفيدة ؟ أكثر من السؤال ، هل المعلومات مطلوبة ؟

٢ - مفهوم المعلومات وأهم خصائصها العامة :

٢-١ ، مفهوم المعلومات :

تمثل المعلومات حقائق ، أو مدلولات ، أو ملاحظات ، أو ادراكات أو أى شئ آخر يصيف الى المعرفة . وعندما نأخذ في الاعتبار ما مجردا مثل ١٠٠٠ مثلا فإنه لا يمثل معلومة ، فهو لا يعنى شيئا لأى انسان ، ولكن العبارة بأن ١٠٠٠ طالب ينتظمون في العرفه الرابعة بكلية تجارة الاسكندرية فهذه تمثل معلومة .

وقد تكون المعلومات كمية أو غير كمية ، فالانفعالات نتيجة الاحاسيس والمشاعر السمعية والبصرية وغيرها مما تحدثه المنافشات أو البرامج التليفزيونية أو قصص المجالات تعتبر أمثلة للمعلومات غير الكمية . ويوجد الكثير من أشكال المعلومات الكمية التي يتم تداولها خلال أنظمة المعلومات المختلفة سواء كانت أنظمة معلومات ادارية أو محاسبية . ويجب أن نفرق بين البيانات والمعلومات ، وهذه التعريف واضحة وهامة ، فالبيانات هي الحقائق والأرقام التي لم تستخدم في عملية القرار وعالما تأخذ شكل السجلات التاريخية التي سجلت بدون قصد استرجاعها لاتخاذ القرارات . مثال ذلك بيانات أحد المستندات أو اليوميات التي تتضمن مصادر البيانات لاعداد فوائس الرياح والخسائر وعالما ما يهتم بهذه المصادر العراجع الخارجى فقط .

أما المعلومات فتتكون من البيانات التي تم استرجاعها وتشغيلها لاعراض أو استدلاليه ، أو رأى ، أو كاساس للتنبؤ أو اتخاذ القرارات والمثال على ذلك أى مسن المصادر التي سبق ذكرها عندما تستخدم بواسطة العراجع الداخلى أو مسن المراجع الاداريه لمراجع خارجي ، أو بواسطة الاداره لفرص تخطيط ورقاب الرياح او للاغراض الاخرى لاتخاذ القرارات .

٢-٢. الخصائص العامة للمعلومات :

تختلف الخصائص اللازم توافرها في المعلومات باختلاف الغرض الذي توجه لخدمته غير أنها تشترك في خصائص عامة تتناولها فيما يلي :

٢-٢-١ خاصية الوقتية :

لكي تحقق المعلومات الفائدة من استخدامها فيجب أن تكون متاحة في الوقت الملائم للاستخدام . وإذا استخدمت المعلومات لأغراض تقييم الأداء فيجب أن تعكس الحقائق كما هي الآن . وحيث يعتبر التقييم نشاطا لاحقا على الحدث الذي يتم تقييمه، فإنه كلما طال التأخير في استلام المعلومات تأخر اتخاذ القرارات . ويختلف تطبيق خاصية الوقتية باختلاف الحاجة الى المعلومات ، فنجد مثلا أن مدير التسويق يحتاج لمعلومات عن مستوى المخزون اليوم كأساس لتقييم الأداء برنامج معين وليس المعلومات عما كان عليه الحال منذ ثلاثة أسابيع مضت . ويحتاج المدير المالي المعلومات الحاضرة حول قدرة المنشأة اليوم على مقابلة التزاماتها المستحقة وهي ليست تلك المعلومات التي مضى عليها ثلاثة أشهر أو ثلاثة أيام . ويمكن أن ندرك مدى تأثير قيمة المعلومات المعينة بمرور الزمن إذا ما حاولنا تقدير منفعة إعلان برامج التلفزيون عن أسبوع معين ، فلا شك أن الفائدة ستكون أكبر عند إعلانه قبل ذلك الأسبوع بيوم واحد عن تلك التي تتحقق عند إعلانه بعد مضي يوم من الأسبوع . ويمكن أن يدرك القارئ بسهولة أن المعلومات التقريبية المتاحة عند الحاجة الفورية اليها تكون مرغوبة بدرجة أكثر لاتخاذ القرار من تلك المعلومات الدقيقة جدا ولكنها تتاح بعد الحاجة اليها .

٢-٢-٢ خاصية المغزى :

لكي تكون المعلومات ذات مغزى فإنها يجب أن تقابل معيارين ، أولهما أنها يجب أن تكون موجبة الى من يحتاج اليها وأن تكون مرتبطة بالموضوع الذي تقرر عنه ، وثانيهما أنها يجب أن لا تهمل أي من العناصر الجوهرية . وللمقابلة المعيار الأول يجب أن تقدم المعلومات أساسا للعمل ، وإذا لم تكن كذلك فإنها تكون اعلامية فقط وليست هي المعلومات التي تحتاجها الإدارة لمقابلة مسؤولياتها .

ولشرح هذه النقطة افترض أن مجموعة من طلبة شعبة معينة يحتاجون الى معلومات عن آرائهم الفردية ، وآرائهم بالنسبة لزملائهم في نفس الشعبة ، حيث تستخدم هذه المعلومات كأساس للعمل . وعلى سبيل المثال تؤدي زيادة وقت الدراسة الى ارتفاع مستوى تحصيلهم ، كما أن زيادة المساهمة في قاعات البحث يزيد من درجة تفهمهم خلالها . ومن ناحية أخرى نجد أن المعلومات عن أداء طالب معين من طلبة شعبة المحاسبة بالنسبة لطلبة شعبة الإدارة لا يقدم أساسا للعمل لهذا الطالب . وبذلك

تعتبر المعلومات مشكوكا في فائدتها بدرجة عالية ما لم تكن صالحة كأساس للعمل . ويتطلب المعيار الثاني أن تتناول المعلومات جميع العناصر الرئيسية للعملية أو النشاط المعين، وهذا يتطلب المعلومات حول العوامل الضرورية للنجاح . وعلى سبيل المثال فإن مدير الإنتاج يحتاج المعلومات المرتبطة بكمية المنتجات التامة وعدد الوحدات الناقصة والمعيية حتى يمكنه تقييم التقدم في المجالات التي تعتبر رئيسية لنجاح وظيفته ، أما حاجة هذا المدير الى معلومات حول نقص الأدوات الكتابية في قسمه فهي قليلة لأن تقييم هذا العامل ليس ضروريا لنجاحه . وبالمثل لا يحتاج المدير العالي لمعلومات عن تدفق العمليات الصغيرة، لكنه يحتاج الى معلومات حول تدفق النقدية للمنشأة لمقابلة مدفوعات الدورية

٢-٢-٣. خاصية الشكل :

تعتبر خاصية الشكل عن الطريقة المستخدمة في عرض المعلومات وتقريرها . فيجب أن تكون المعلومات في شكل يمكن القارئ على استخدامها من الفهم الصحيح لمضمونها ونظرا لاختلاف قدرات الأفراد على التحليل طبعا للخلفية العلمية والعملية ، فيجب أن يقاس مدى فهمها وقدرتها على التعبير من وجهة نظر أولئك القارئ على اتخاذ القرارات التي تعتمد عليها . وإذا ما استخدم التحليل الرياضي والاحصائي فيجب عرض النتائج في صورة واضحة بعيدا عن التعقيدات التي قد لا يفهمها إلا المتخصصون ، ومن ناحية أخرى تختلف أنواع ومحتويات تقارير المعلومات باختلاف الغرض المعدة من أجله . ولا شك أن كفاءة الإدارة في أداء وظائفها تتوقف على مدى فهمها للحقائق المتعلقة ببيئة المنشأة ، وتعرض هذه الحقائق من خلال أشكال مختلفة للمعلومات . ولهذا فإنه من الأهمية بمكان أن تكون المعلومات قابلة للتفسير والافادة منها بواسطة المشاركين المختلفين في أنشطة المنشأة . يتحقق ذلك بوضعها في الشكل الملائم الذي يمكن هؤلاء المشاركين من فهمها وحفظهم على استخدامها بالصورة الصحيحة .

٣ - نظام المعلومات الإدارية :

يتضمن نظام المعلومات الإدارية كل المعلومات المتاحة للإدارة من مختلف المصادر سواء داخلية أو خارجية ، رسمية أو غير رسمية ، وتبرز المعلومات غير الرسمية من الاتصالات العديدة بين المنفذين والإداريين . وتشتمل على المعلومات والمعرفة التي اكتسبت خلال سنوات عديدة من التجربة . وهذه تشكل الخلفية الأساسية لما يسمى القرارات الخلاقة في مجال الأعمال . وتتضمن المعلومات كل أنواع التقارير التشغيلية والمحاسبية ،

تلك التى أعدت سابقا من سجلات التشغيل والسجلات المحاسبية ، وبنفس الدرجة التقارير التحليلية التى تحاول أن تحلل المعلومات المتاحة لتركز على المشكلة تحت الفحص . وبجانب ذلك ، فإنها تنطوى على استخدام الأساليب المحاسبية التى تساعد من تحديد وتقييم البدائل المختلفة . وتسمح أنظمة المعلومات الحديثة باستخدام الحاسبات الالكترونية ، والتى أدى استخدامها الى اضافة أبعاد جديدة من السرعة وامكانيات التحليل لأنظمة المعلومات ، وقد ترتب على ذلك تحسين اجراءات التقارير وجعلها أكثر استجابة لاحتياجات مستخدميها ، ومن ناحية أخرى وسعت الآفاق والمداير لامكانيات الحصول على مزيد من التحليلات وذلك أمام تحديات حاجة الإدارة لمزيد من التنبؤ بالمستقبل واحتمالاته . ويقوم نظام المعلومات الادارية غير الرسمية نتيجة اتصالات الأفراد الإداريين ، والتى قد تحدث خلال أوقات عشوائية وفى ظل ظروف مختلفة . مثل هذه الاتصالات ليست قاصرة على اللقاءات فى مجال الأعمال ولكنها قد تحدث فى نوادى أو أى لقاءات اجتماعية أو أحداث أخرى أو بيئات تعليمية . ويرجع وجود هذا النظام لأن الناس بطبيعتهم يتجهون للاتصالات - Communications Oriented ، وقد يتمتعهم مناقشة أعمالهم ومشاكلهم المهنية . ويتوقع أن يكون الإدارى يقظا ، وبنفس الدرجة واسع الاطلاع ، ويمتلك قدرة خلاقة لا يمال المعلومات الى معاونيه وجذب انتباههم لها ، انه نظام معلومات قابل للاستخدام بسهولة ، لأنه يركز على أن المعلومات بمفردها لا يجب أن تكون الأساس للعمل ، فيجب أن تدعم المعلومات بالمعرفة ، والخبرة ، ومقدرة الحكم ، وقدرة تفسير الفرد الذى يتخذ قرارا أو ينفذ عملا .

وبالرغم من التطورات العديدة فى أنظمة المعلومات الادارية سواء فى توصيل أو تفسير أو استخدام البيانات ، فلا زالت هناك تحديات عديدة ومشاكل ، وعلى الإدارة أن لا تكفى بالمعلومات التى تتاح لها من داخل التنظيم ، ومن ناحية أخرى عليها أن تستمر فى التحليل طالما أن ذلك يفتح آفاقا للالمام بتغيرات جديدة تؤثر على قراراتها . وعلى سبيل المثال ، فمن المشاكل المرتبطة بمعرفة الظروف الخارجية نجد التعرف على استراتيجيات المنافسين وأعمالهم حيث يؤثر عدم التأكد فى المعلومات عن المنافسين على استخدام الإدارة للمعلومات المعدة داخليا . وقد لا يقتصر الأمر على التنبؤ بحدوث أفعال المنافسين والتغيرات فى الظروف البيئية المختلفة التى تعمل خلالها المنشأة ، ولكن التأخير فى الحصول على هذه المعلومات يقلل من أهميتها . وقد تكون المعلومات

الخارجية عن مكانة الشركة في السوق غامضة وغير كاملة لدى الإدارة • ومثال آخر في التعرف على العلاقات بين الأسباب والنتائج، حيث يشرح تقرير ما وضعنا تشغيليا ملائما أو غير ملائم غير أن معلوماته غير دقيقة بدرجة كافية لتوزيع المسؤولية بين الأسباب المحتملة الكثيرة : مثل عدم كفاية الاشراف ، أو انخفاض الحوافز ، أو اختيار غير سليم للأفراد ، وغيرها من الأوضاع الكثيرة المتداخلة في علاقاتها ، والتي تساهم بدرجات مختلفة ، منفصلة أو مع غيرها من العوامل في خلق هذا الوضع •

ولا يقف الأمر عند حد الحصول على المعلومات اللازمة ، فلا زالت بعض الأسئلة تنتظر اجابة ، وعلى سبيل المثال كيف سيقوم متخذ القرار بتفسير المعلومات التي حصل عليها ؟ حيث يتوقف ذلك على قدرته على ادراك محتوياتها وحياده في نظرتة اليها ثم العامه بالأساليب التي تساعد على تحليلها • وعندما تصل المعلومات الى متخذ القرار فلا زال هناك احتمال لعدم استخدامها بدرجة صحيحة ويتم التساؤل ماهي درجة التأكد في صحة استخدام المعلومات ؟ وعندما يتم اتخاذ قرار معين فهل هذا هو الاختيار الأفضل من بين البدائل أم لا ؟ وعادة ما يتضح كل ذلك بعد مضي فترة من الزمن حيث تظهر مخرجات القرارات ونتائجها ، ويمكن اجراء التقييم اللاحق على ضوء الانجازات الفعلية التي تمت •

وبالرغم من الاعتراف بالصعوبات السابقة الا أن نظام المعلومات الادارية يزكى أهمية اعداد متطلبات المعلومات ، حيث يركز على التعبير عن الخطط والبرامج باصطلاحات سهلة الفهم والتوصيل للمسؤولين مما يساعد هم على قياس وتقييم النتائج • ولا شك أن هذه الاصطلاحات تساهم في فهم الغرض من التخطيط وتؤدي للتركيز على الانجازات باعتبارها النتائج الضرورية لأي نظام معلومات (١) •

ومن الجدير بالذكر أن نظام المعلومات الادارية يجب أن يقدم المعلومات والبيانات حول الخطط الحالية ومدى فاعلية الجهود المبذولة لتحقيق الأهداف وكفاءة استخدام الموارد المتاحة ، وينتظر أن يغطي جميع الاحتياجات الداخلية والخارجية • ومع أنه ينتظر أن يكون تدفق المعلومات كاملا حول وظائف المنشأة فان نظام المعلومات يصمم بمراعاة زيادة منافع المعلومات عن تكلفة اعداد البيانات اللازمة لها •

(١) إرجع الى الفصل الأول في: Francis L. Dyckeman, Financial Reporting Systems and Techniques, (Englewood Cliffs, N.J.: , 1969).

٤ - التخطيط والمعلومات :^(١)

ينطوى التخطيط على التحديد المقدم لما يجب انجازه ، متضمنا تعيين الذى سيقوم بالانجاز والزمن المحدد والأسلوب المتبع . وهو يصل الفجوة بين ما هو كائن وما نرغب فى الوصول اليه ، ونظرا لارتباطه بالمستقبل فان أهميته تزداد نتيجة تغير ظروف السوق وبيئة الأعمال ، والمعدل السريع للتطور التكنولوجى ، وتعقد العملية الادارية بسبب أحجام التنظيمات وتنوعها ، وطول الفترات الزمنية المستقبلية التى تغطيتها التنبؤات وتعد لها فى الحاضر قرارات تجميع وتخصيص الموارد . وتعين الخطة الاستراتيجية الأهداف للمستقبل البعيد الطرق التفصيلية لتحقيق هذه الأهداف ، ويجب أن ترتبط بالظروف البيئية الخارجية ، وتضع الأهداف بعيدة المدى القيود على الأهداف المتوسطة والقصيرة الأجل ، أما خطة نمو المنشأة فتركز على النمو الداخلى والخارجى . وتعتبر خطة التشغيل "سنوية" والتى تصل ويتفصيل أكثر الخطط الوظيفية بخطة البرامج . ويعتمد التخطيط بدرجة كبيرة على المعلومات الرئيسية المتاحة والمعدة للاستخدام . ولا يمكن أن تتصور إمكانية اعداد معظم أنواع الخطط بدون جمع المعلومات الضرورية والكافية لتقييم البدائل المختلفة لانجاز الخطط . ويمكن تبويب احتياجات التخطيط من المعلومات لتشمل المعلومات عن الظروف البيئية أو التنافسية أو الداخلية . ونعرض لكل منها فيما يلى :

٤-١ . المعلومات عن الظروف البيئية :

تحدد كل منشأة المعلومات المعينة حول البيئة والتى تكون هامة بالنسبة لها ، وبالإضافة لذلك ماه يعضل اعداد نظام لتخصيص البيئة أو محاولة التعرف على الفرص والتحديات المستقبلية ، ومن الأنواع العامة للمعلومات البيئية :

أ - الاعتبارات السياسية والحكومية : يكون من الأهمية تجميع بعض المعلومات عن الاستقرار السياسى فى ظل المستويات الحكومية المختلفة لأجل التخطيط ، بالإضافة لذلك فان طبيعة ومدى الرقابة الحكومية وأثرها على التنظيم يجب أن تؤخذ فى الحسبان .

(١) Robert G. Murdick and Others, Accounting Information Systems, (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall Inc., 1978), pp. 41-44.

أيضا يجب التعرف على الدور الذى تلعبه السياسات الحكومية المالية والضرائبية ، والتي يكون لها أثر جوهري على كثير من قرارات التخطيط .

ب - الاتجاهات الاجتماعية والديموجرافية : تتأثر المنتجات والخدمات أو المخرجات لمعظم الشركات والتنظيمات بحجم وتكوين وتوطن السكان . وتكون الاتجاهات الاجتماعية والسلوك الشرائى للمستهلكين هامة ، أيضا فانه من الضروري أن نتنبأ بالاتجاهات طويلة الأجل وقصيرة الأجل فى هذا المجال الرئيسى .

ج - الاتجاهات الاقتصادية : ويمكن أن تتضمن العناصر والاتجاهات التالية :

١ - مستوى الناتج القومى ومتوسط الدخل القابل للاتفاق والذين يكونان هامين لكل التنظيمات .

٢ - العمالة ، الانتاجية ، الاستثمارات الرأسمالية والمؤشرات الاقتصادية العديدة الأخرى التى تقدم معلومات تخطيطية لهذه الشركات التى تقدر مخرجاتها استرشادا بهذه المتغيرات الهامة .

٣ - مستويات الأسعار والأجور ، وتكون آثارها حيوية لمعظم التنظيمات بصرف النظر عن السلعة والخدمة .

د - البيئة التقنية : نظرا للمتغيرات التكنولوجية السريعة وأثرها على المنتجات والعمليات الجديدة ، يصبح من الضرورى أو المرغوب فيه لكثير من المنشآت أن تتنبأ بالمتغيرات التكنولوجية فى أثرها المحتمل على الصناعة وعلى المنشأة .

هـ - عوامل الانتاج : وهذه تتضمن مصدر ، تكلفة ، توطن ، والمتاح من عوامل الانتاج المختلفة ، ومن أهم العوامل العمل ، والمواد (أو الأجزاء) ورأس المال .

٤-٢. المعلومات عن الأوضاع التنافسية :

يجب أن يقدم نظام المعلومات الادارى مدخلا رسميا للحصول على المعلومات عن الصناعة ككل وعلى الأخص عن أخطر المنافسين . وحيث تكون المنشأة مرتبطة بدرجة كبيرة بالصناعة التى تخدمها فانها يجب أن تتصور هيكل الصناعة والاتجاهات التى سوف تؤثر على الهيكل الكلى لها . كما يجب اعداد التنبؤات وتقدير اتجاه مبيعات الصناعة والسبب أن مبيعات الشركة غالبا تتقلب مع تقلب مبيعات الصناعة . وأخيرا يجب تقدير

احتمالات السوق الكلى للصناعة . ومن المفيد جمع المعلومات الأخرى عن الصناعة مثل قيمة المخرجات / والموارد / الربحية / التسعير / أساليب الترويج ، التكتيكات الجديدة والمنتجات الجديدة والقنوات الجديدة للتوزيع .

وعندما يوجد عدد صغير نسبيا من المنشآت فى الصناعة أو عدد قليل سائد ، فإنه يجب جمع المعلومات التفصيلية عن هذه المنشآت باستمرار وتشمل الأداة الماضى / العائد على الاستثمار / النصيب فى السوق / طاقة خطوط الإنتاج . وتساعد هذه المعلومات فى التعرف على التهديدات التى تفرضها المنافسة ، ومثل هذه المعلومات تقدم أيضا معايير لقياس أداء المنشأة .

٤ - ٣ . المعلومات عن الظروف الداخلية :

نظرا لأن المعلومات الداخلية تؤثر على القرارات التخطيطية فى أبعاد كثيرة فى التنظيم فإنها تكون الى حد ما أكثر أهمية من المعلومات الخارجية ، ومع أن المعلومات حول بيئة الأعمال والمنافسة تكون هامة جدا ، فإن عددا قليلا من المديرين هو الذى يستخدم هذه المعلومات فى المنشأة ، وينحصر فى الإدارة العليا ويرى التسويق . أما البيانات والمعلومات الداخلية فإنها تكون مرتبطة بالتخطيط الكلى وتساعد فى التعرف على قوة أو ضعف المنظمة ، ويمكن أن يندرج تحتها العناصر التالية :

أ - تنبؤات المبيعات : ربما يكون هذا أعظم التقديرات أهمية فى المنظمة ، نظرا لأن التخفيض الكلى للموارد هو نتيجة لخطة المبيعات . فهى تضع اطارا تنبئ عليه كل الخطط الداخلية ، ولذلك ينظر اليها كمقدمة للتخطيط الداخلى الشامل فى المنشأة .

ب - الخطة المالية : التى تسمى الموازنة المالية التقديرية ، وهى تلى التنبؤ بالمبيعات فى الأهمية ، وفى حالات كثيرة تنطوى الخطة المالية على التنبؤ بالمبيعات لأنها تعبر عن التزام كفى وزمنى بتوزيع الموارد الكلية للمنشأة (القوى البشرية / المصنع / التجهيزات الآلية / رأس المال والموارد / المصروفات الإضافية والمصروفات الإدارية العامة) . وإذا ما أعدت الخطة المالية بطريقة صحيحة فإنها تتضمن التنظيم الكلى ، وعند ما تكتمل تقدم معلومات تخطيط تساعد فى إعداد عدد من الخطط الفرعية خلال الشركة ، وهى بمثابة نظام من التنبؤات تصل كل أنشطة الشركة معا .

ج - موارد الانتاج : وتشمل العمل ورأس المال والالات والمعدات وكل الموارد اللازمة . والتي تكون معلوماتها حيوية ، او أنها تفرض قيودا وحدودا يتم خلالها تخطيطها . ويجب ان تأخذ هذه الموارد في الحسبان عند اعداد الخطط الماليه والخطط المساعد ، حتى تحقيق الاهداف .

د - يجب الاعلام بالسياسات الثابتة من المنتج والافراد او الموارد الانتاجيه الاخرى ، لان هذه السياسات قد يفرض قيودا معينه يجب مراعاتها عند وضع الخطط

هـ - الرقابه والمعلومات :

تهدف الرقابه الى تحديد النتائج المرغوبه للخطط والعمليات ، وتعتبر العمليه الرقابيه ضروريه لاي نشاط في التنظيم ، وهي تتكون من ثلاثه عناصر :

— وضع معايير للاداء .

— قياس الاداء الفعلي وفقا لهذه المعايير

— تصحيح الانحرافات عن المعايير والخطط .

ومن الناحيه التقليديه ركزت الرقابه على الفترة قصيره الاجل دون الاهتمام بقياس التقدم اتجاه الاهداف الكليه للمشأء ، كما أنها انصببت على قياس الاداء المساعد يندون الاهتمام بتحسين العمليات وفرضت طبيعته تقارير الانحرافات فجوه زمنييه بين حدوث الانحراف والعمل التصحيحي . ولكي يتم التغلب على هذه الاعترضات وتحقيق متكامل اكبر في التنظيم فانه يقترح ان يقدم نظام الرقابه على العناصر التاليه : (١)

١- تكامل التخطيط مع الرقابه ويتحقق ذلك بتكامل التخطيط والرقابه عن طريق المعلومات أى ان كل مستوى من الخطط يقدم معايير الاداء للمستوى الاقل التالى من العمليات

٢- ارتباط نظام الرقابه بهيكل التنظيم : لقد بنى نظام المعلومات دائما حول خريطة ماليه من الحسابات وليس حول مراكز القرارات وفوق ذلك فان التنظيم لم تتحقق وحدته لان اجزائه (الوظائف او عناصر التنظيم) لم ترتبط أو تنسب الى مجموعه الاهداف الكليه الموحد ، او الى الاجزاء الاخرى .

٣- تصميم النظام لاتخاذ القرارات : وليس على اساس التقرير بعد الوقائع ، ولذلك يجب ان تتحدد احتياجات المعلومات لاتخاذ القرارات .

٤- المعلومات الوقتية ضرورية : نظام الرقابة المثالى هو ذلك الذى يقدم المعلومات فى وقت كاف يسمح بتصحيح انحراف قبل ان يحدث .

وتقوم كثير من أنظمة الرقابة على استرجاع المعلومات الى الخلف Feedback مما يساعد فى تحديد الانحرافات عن الاداء المرغوب . وأحيانا يتم اكتشاف هذه الانحرافات بعد اتمام الانجازات الفعلية ، ويحدث ذلك عندما تعتد أنظمة الرقابة على البيانات التاريخية ، ومن ناحية أخرى قد يعتد نظام الرقابة على استرجاع المعلومات الى الامام Feedforward^(١) ، وفى هذه الحالة يتم التنبؤ بالتغيرات فى المدخلات وآثارها على المخرجات ، حيث تعدل المدخلات ليصل النظام الى التوازن مع الاهداف المرغوبة قبل ان يتم قياس المخرجات وتحدد الانحرافات الفعلية.

وعلى سبيل المثال ، اذا كانت تتم رقابة المخزن عن طريق استرجاع المعلومات الى الخلف ، وأظهرت احدى المقارنات الدورية زيادة مخزون السلع الجاهزة عن المعيار المحدد ، فقد تعدل جداول الانتاج لتحقيق المخرجات وتنخفض معدلات زيادة المخزن عن المعيار المحدد دون امكان التخلص من الزيادة الفعلية ، ومعنى ذلك ان نتحمل تكلفة زيادة مستوى المخزون حتى مع استخدام الاجراء التصحيحي . اما اذا استخدم نظام الرقابة باسترجاع المعلومات الى الامام فإنه يجب التعرف على العوامل المختلفة التى تؤثر على مستوى المخزون، وتحدد ما قبل ان تظهر آثارها على المخزون . فاذا بدأ معدل المبيعات فى الانخفاض فإنه يمكن تغذية هذه المعلومات للامام ، ويخفض معدل الانتاج قبل ان تزيد مستويات المخزون . وقد يكون التعرف على انخفاض معدل المبيعات حافزا للبحث عن بدائل أخرى غير تخفيض الانتاج ، فيمكن مثلا تخفيض السعر ، أو زيادة المبيعات ليتوقف معدل الزيادة فى حجم المخزون عن المعيار الموضوع . ويمكن القول ان الرقابة باسترجاع المعلومات الى الامام تصل الفجوة بين التخطيط وبين الرقابة باسترجاع المعلومات الى الخلف لتحقيق التكامل بين العناصر الثلاثة دون ان تكون بدلا لاي منهما .

(١) لمزيد من الاطلاع ارجع الى المقال التالى :

Stephen R. Michel, "Feedforward versus Feedback Controls in Planning, Managerial Planning, (November/December, 1980) pp. 34-38.

وتتضح صورة التكامل بين هذه العناصر عندما ننظر الى التخطيط باعتباره استرجاعا للبيانات والمعلومات للمستقبل ، والى الرقابة باعتبارها استرجاعا للمعلومات الى الامام والى الخلف، وبذلك تتم الرقابة على الاداء الفعلى باكتشاف الانحرافات وعلى الاداء الحاضر بترشيده . ويؤدي استخدام هذا المفهوم الرقابى الجديد الى توجيه النظر للاحداث المتوقعة ومعرفة البدائل الممكنة للتعامل معهد قبل ان تظهر نتائجها وتؤدي لاثارها .

وهكذا يتضح لنا دور المعلومات فى التخطيط والرقابة ، وزيادة الحاجة الى البيانات والمعلومات نتيجة الظروف البيئية المختلفة وأخيرا اتجاه الاهتمام الى ما يرتبط منها بالمستقبل .

٦- نظام المعلومات المحاسبي :

يعتبر نظام المعلومات المحاسبي احد الانظمة الفرعية لنظام المعلومات الادارى وله كل خصائصه . ويعتبر دور المحاسب بارزا حيث تعتبر الوظيفة المحاسبية من اهم أنظمة المعلومات فى المشروع . وقبل اختراع الحاسب الالىكترونى فقد كان ينظر للمحاسب باعتبارها نظام المعلومات للمشروع ، كما انها حاليا تعتبر اكبر الانظمة الفرعية للمعلومات والاكثر شمولاً فى معظم الحالات . ومع تعدد وتنوع المتخصصين او المهنيين المرتبطين بالنظم الحديثة للمعلومات ، فاننا نلاحظ بدرجة واضحة تأثر المحاسبين بالترتيبات والتطورات التى تبرز فى مجال نظم المعلومات . ولا ريب فى ان المعلومات هى لب مهنة المحاسب كما تمثل المحاسبة تطبيقاً لنظرية المعلومات فى حل المشاكل المرتبطة بالكمية الاقتصادية والاجتماعية لانشطة المجتمع .

وتلعب مخرجات المعلومات المرغوب الحصول عليها من النظام المحاسبى الدور الرئيسى فى اختيار وتنظيم نظم المعلومات ، ولا شك ان نظام المعلومات المحاسبى لا ينتج المخرجات الكافية لاتخاذ القرارات فى ظل الظروف العصرية بمجرد الاعتماد على تقارير المحاسبة المالية . وعلى سبيل المثال يجب أن لا يقتصر تحليل المبيعات على قيمتها ، وانما يمتد ليشمل كمياتها وتوزيعها جغرافياً وعلى اساس المنتجات والوكلاء وغير ذلك ، وأن يستمر التحليل التفصيلى للتكاليف لاكثر من أساس المنتجات والأقسام ، فتتسأل المعلومات المحاسبية والمقرر عنها " محاسبه النشاط " أو " محاسبة المسئولية " حتى يمكن ان نتبين ما اذا كان الاداء الفعلى أقل من المستوى المخطط ؟ أم أن هناك حاجة لاعادة التخطيط ؟

ويجب ان توضح البيانات والمعلومات الحقائق المطلوبة لتحديد مشكله معينه ، وان تساعد فى اتخاذ القرارات دون الحاجة الى اجراء الدراسات الخاصه فى كل مره . ولكى نحقق المعلومات المحاسبية بهذه الاغراض فانها يجب ان تكون دفيعة من حيث ارتباطها بالماضى ،

وان تكون متوافقة من حيث ارتباطها بالحاضر، وان تكون ملائمة من حيث ارتباطها بالمستقبل وفى هذه الحالة فإنها تنطوى على تنبؤات وتبريرات مختلفة . كذلك يجب ان تكون المعلومات والبيانات متاحة لعناصر المنظمة التى تهتم او تتأثر بها فقد يساعد ذلك على الاعلان عن المشاكل الكثيرة والاهتمام بها .

٦-١- دور المحاسبة المالية :

تهتم المحاسبة المالية بدرجة اكتر بالقرارات التى تتخذ خارج المنشأة حيث يتم التركيز على تدفق الموارد بين المنشآت ، وتكون احتياجات البيانات أكثر عمومية عما يعد للقرارات داخل المنشأة . وتوجه المحاسبة المالية الى المشاكل المرتبطة بتوفير وتوزيع الموارد خلال اسواق رأس المال . ويتطلب هذا الاستخدام ان تكون بيانات المحاسبة مقيده لهؤلاء الذين يكونون خارج المنشأة . وتستخدم بيانات المحاسبة المالية بواسطة افراد بعددين عن مصادرها وعن النظام المحاسبى حيث تجميع وتشغيل وتقرير المعلومات . لذلك فان البيانات المنشورة فى التقارير المحاسبية يجب ان تكون قابلة للتوصيل الى من خارج المنشأة . وهؤلاء هم حملة الاسهم والسندات ، والبنوك ، والدائنون ، واتحادات العمال ، والوكالات الحكومية وأى غيرهم ممن يهتمون بعمليات المنشأة ، ويتم التركيز فى المحاسبة المالية على تجميع البيانات وتبويبها وتلخيصها والتقرير عنها اكثر من الاهتمام بالتحليل . وتخدم بيانات المحاسبة المالية غرضين محددين :

الاول :

كمصدر معلومات للمساهمين والدائنين الذين يتخذون قرارات الاستثمار او الاقتراض . ويعتمد المستثمر على التقارير المالية فى اختيار استثماره ولذلك يهتم بقائه المركز المالى ، قائمه الدخل ، قائمه الارباح المحجوزة ، فائده التغيرات فى المركز المالى . وهذه القوائم توضح له دلائل على الاستقرار والضمان المالى للمنشأة ، وتوضح النتائج المحتملة للعمليات المستقبلية .

الثانى :

بالنسبة للمنشأة والمجتمع ككل ، تستخدم البيانات المالية للتأكد من أن المنشأة تعمل وفقا لتنظيمات المجتمع وقوانينه .

وحينما تتاح بيانات المحاسبة المالية للاستخدامات العامة السابق ذكرها ، فيجب أن يراعى مطلبين اساسيين :

أولهما ان الذين يستخدمون هذه البيانات فى انشطه اتخاذ القرارات الخاصة بهم لا يفترون من التفاصيل التى تكون الاساس لهذه التقارير الملخصة ، ولهذا السبب يجب أن يتوفر لهم تأكيد بعرض الحقائق بموضوعية وصدق .

وثانيهما توجد حاجة الى التوحيد والتنسيق لان بيانات المحاسبة المالية تستخدم اهتمامات كثيرة ومتنوعة ، وهذا قد خلق الحاجة الى اعداد اساس سألوف من المعرفة والاتصال .

وقد ادت المحاسبة المالية دورها في التقرير عن النتائج المالية للعمليات الماضية للإدارة والمساهمين والجهات الحكومية والمجموعات الاخرى المرتبطة بها ، وطبورت خلالها نظم وقواعد وأساليب للتسجيل والتبويب والتلخيص . وكان نتيجة ذلك أن عرضت المعلومات في شكل تقارير مالية بهدف الوفاء بحاجة هامة وهي توصيل الحقائق الاقتصادية والمالية للمستخدم .

وبينما تستمر العملية المحاسبية للتقرير عن النتائج المالية للمبادلات الماضية، تحول التركيز على الحاجة المتزايدة لدور المحاسبة في اتخاذ القرارات وأنشطة التخطيط والرقابة ، ولتحقيق ذلك فان تحولاً في الاتجاه نحو التحسين يتم باستمرار لتوصيل المعلومات المحاسبية التي تخدم الاغراض السابقة الى مستخدميهـا ، فليست المشكلة هي إنتاج معلومات وبيانات ولكن يجب ان تصل الى المستخدم والذي يستطيع تفهمها واستخدامها .

وهناك الكثير من الحدود على معلومات قوائم المحاسبة المالية ومن أهمها البعد التقني، والبعد الزمني . ومن ناحية البعد التقني تكون تقارير المحاسبة المالية محدودة بالمعلومات التي يمكن ان يعبر عنها نقدياً ، فلا يوجد في الحسابات مثلاً ما يعبر عن قدرة الافراد في المنشأة ، او مدى فاعلية التنظيم ، أو اثر القوى الخارجية او المعلومات غير النقدية ، وهذه العناصر تعتبر حيوية لتحقيق فهم كامل للاعمال .

ومن حيث البعد الزمني نجد ان بعض ارقام المحاسبة المالية تتأثر باحداث المستقبل التي لا يمكن تصورها بدرجة كاملة ، وهذه الأرقام مجرد تقديرات .

وعلى سبيل المثال فان مصروفات الاهلاك عن الفترة الجارية رغم قبول قيمتها بصدور تحديد الدخل الصافي للفترة الحالية إلا أنها تعتمد على المستوى الذي سوف يستخدم فيه الاصل في المستقبل . كذلك فان القيمة الفعلية للمخزون سوف تتوقف على ما يمكن بيعه في المستقبل . ومعنى هذا ان اثر الاحداث المستقبلية المتوقعة لا تظهر في القوائم المالية وان كانت تلك القوائم تدل ببعض الملاحظات عن عناصر جوهرية . ولذلك لا يمكن الاعتماد

على بيانات ومعلومات المحاسبه العاليه لخدمه اغراض التخطيط والرقابه وقد وجدنا أن التخطيط يقوم على بيانات ومعلومات المستقبل ، وان الرقابه تركز على الحاضر مع نظره للمستقبل ايضا .

ولقد ادت محاسبه التكاليف دورا هاما في هذا المجال ، حيث تهدف محاسبه التكاليف لامداد بيانات تمكن من تجديد تكاليف المنتجات بغرض تقييم المخزون وتحديد يد الارباح ، وفي تطوراتها المستمره فانها تقدم بيانات لاغراض التخطيط والرقابه .
وتعتبر محاسبه التكاليف من الادوات الكمية التي تساعد الاداره في تحقيق اهدافها ، كما انها من اهم مصادر المعلومات التي تخدم اتخاذ القرارات .

٦-٢. دور معلومات المحاسبة الادارية فى التخطيط والرقابة :

ليس من اهداف المحاسبة الادارية ايجاد استراتيجيات ولكنها تقدم خدماتها فى مجال تقديم آثار البدائل المختلفة على الاداء الاقتصادى والاجتماعى للمنشآت حيث يتم تحليل تكاليف ومنافع هذه البدائل ، وبجانب ذلك تلعب المحاسبة دورا رائدا فى وضع خصائص معينة للاداء العالى وتقتصر معدلات ماليه وتساهم فى التنبؤ بالانتاج وتشكيله الموارد فى المدى الطويل . كما يبرز الدور الجوهرى للمحاسبة بدرجة اكبر فى التخطيط قصير الاجل حيث تكون الاسداف قد حددت تماما ، وتحقق الميزانيات التقديرية تكامل الخطه الكليه للمنشاء .

وتعد القوائم التقديرية وقوائم التدفقات النقدية والماليه التى توضح صورة المستقبل القريب لنشاط المنشاء واثارها ، كما تقدم اساس البيانات اللازمه لدراسة علاقات التكاليف/الحجم /الارباح وتحليل التعادل وغيرها .

وتبدأ قرارات التشغيل داخل المنشاء حينما تخصص الموارد للمنشاء . وتهدف المحاسبة الادارية الى تحقيق الاستخدام الامثل للموارد ، وتحديد اكثر ، فان تركيز المحاسبة الادارية يكون معينا اكثر من كونه عاما . وتكون طلبات الاداره من البيانات محدده بصورة اكثر مما يتطلبه المستثمر ، وحيث تكون نظرة المستثمر شامله للمنشاء ككل فان الاداره تهتم بالتخصيص بين المنتجات ، الأصول ، الاقسام ، ومراكز المسئولية الادارية . ويلزم التعرف على طبيعه القرار المعين بصورة واضحة حتى يمكن تحديد البيانات والمعلومات اللازمه وتطبيق قواعد القرار .

ويجب ان نشير انه قد يكون من السهل نسبيا تحديد البيانات والمعلومات اللازمه لقرار معين ولا يعنى ذلك ان جميع المعلومات والبيانات عمليه سهلة فقد تكون من المعصوه بمكان لاسيما عند فصل البيانات الضرورية لقرار معين . غير ان المحاسبة الادارية لها الوسائل والاساليب والعروض التى لا تتوفر للمحاسبة العاليه ، وبصفة عامة تساعد المعلومات التى تقدمها المحاسبة الادارية فيما يلى :

١- التخطيط بفاعلية وتركيز الانتباه على الانحرافات على الخطط :

يتم التعبير عن خطط الادارة رسميا بالموازنات التقديرية وهو الإصلاح الذى يطبق

فى التخطيط الادارى عموما ، وهى تعبر عن الاهداف باصطلاحات كمية . ولكن التخطيط ليس كافيا ، فبعد ان تعد الموازنات التقديرية فان الاداره تحتاج الى تدفق المعلومات التى توضح كيفية تنفيذ الخطط ، وفى المعلومات المحاسبية التى تتضمنها تقارير الاداء بهذه الحاجة ، كما انها تساعد الادارة فى التركيز على المشاكل فيمكن تقياس اسبابها واتخاذ العمل التصحيحي ، واذا ظهرت التقارير كفاءة الاداء فان وقت الاداره يكون متاحا لعمل آخر . وتعتبر هذه التقارير شكلا من تغذية المعلومات الى الخلف توجه الانتباه الى جوانب معينة من التنظيم .

٢- توجيه العمليات :

تحتاج الاداره للمعلومات المحاسبية فى تسيير اعمال المشروع الروتينيه فيتم الاعتماد عليها فى مجال تسعير المنتجات ومراعاة علاقات السعر / التكلفة فى استراتيجيات التسويق كما تعتمد الاداره فى مجال آخر على معلومات عن المبيعات ومستويات المخزون فى اعداد برامج الترويج والاعلان . ومن ناحيه اخرى نجد ان مدير المشتريات يعتمد على معلومات محاسبية اخرى فى تقييم نشاط التخزين والمقاوله ويكون عمل المحاسب والمدير متشابك ومعقد ومتصل فى مجال قيادة جوانب النشاط اليومى فى المنشأ .

٣- دراسة حلول المشاكل :

تمثل المعلومات المحاسبية نقطه البدايه فى تحليل الطرق البديله لحل المشكله ويرجع ذلك لان لكل من البدائل المختلفه للحل تكاليفه ومنافعه والتى يمكن قياسها واستخدامها كمدخلات فى تقرير اى البدائل افضل .
انها مسئولية المحاسبة . . تجميع بيانات التكاليف والمنافع وتوصيلها للاداره المسئوله فى شكل قابل للاستخدام . فاذا كان احد المنافسين يقوم باعراق السوق فان امام المنشأ - للمحافظة على نصيبها - ان تخفيض السعر أو تعزيز حملاتها الاعلانية او كليهما ، وفى تقرير اى البدائل الثلاثة افضل سوف يتم على الاعتماد على المعلومات المحاسبية عن المنافع والتكاليف لكل منها .

وعندما لا تكون المعلومات فى الشكل المطلوب ، وتقوم المحاسبة باعداد التحليلات

اللازمة متضمنة التنبؤ واجراء التقديرات حتى تكتمل البيانات المطلوبة :

ولا يقتصر اهتمام المحاسب الاداري على المعلومات المالية فقد تتضمن تقاريرها معلومات غير مالية بهدف مساعدة القارئ في فهم التقرير ولا يوجد حد فاصل دقيق بين المعلومات الكمية المحاسبية وغير المحاسبية التي تظهرها تقارير المحاسب الاداري لانها تهدف الى مساعدة الاداره في فهم الحقائق حول الاوضاع التي تعد عنها التقارير . . ولا شك ان الاداره تريد اى شكل من المعلومات المفيدة سواء كان محاسبيا او غير محاسبى كمي او غير كمي ، وعلى ذلك فالمكالمه التليفونية من عميل غير راضى عن انتاج الشركه ويصدق ان يتحول الى مورد آخر تمثل معلومه هامه رغم أنها غير محاسبية وحتى غير كمية، ولذا نجد ان الاهتمام المحاسب الاداري يتناول البيانات الكمية المحاسبية وغير المحاسبية ومثل ذلك اهتمامها بالبيانات غير الكمية .

٦-٣ . دور المحاسب الاداري :

تعتبر البيانات المحاسبية ضرورية لاعداد الموازنات التقديرية وتقدير المعلومات اللازمة للتخطيط والرقابة . ويمتلك المحاسب الاداري المهارات اللازمة للمشاركة في تصميم نظام تجميع المعلومات ، وتصميم التقارير ذات الشكل والمضمون الاكثر ملائمة لاحتياجات الادارة . ويجب عليه أن يتعرف على استخدام المعلومات التي جمعت البيانات من أجلها . ولا يستطيع المحاسب الاداري تصميم الأنظمة بفاعلية بدون معرفة نوع القرارات التي يوفر لها المعلومات .

وعندما يعمل بالقرب من الاداره فانه يلاحظ نشاط اتخاذ القرارات ويتأكد من انه ينتج المعلومات الملائمة ، ويكتسب المحاسبون الاداريون نتيجة لذلك معرفة كبيرة بكل الوظائف الادارية في المنشأة تقريبا ، فهم يعملون مباشرة مع متخذي القرارات ، ومع ان المحاسب الاداري يقدم البيانات الملائمة للقرار المعين فان المدير متخذ القرار هو الذي يتحمل مسئولية اتخاذ القرار ونتائج عمله . وعندما يقدم المحاسب الاداري المعلومات الكافية سواء كانت كمية او وصفية فان الاداره تعتمد عليها في تخطيط وتنظيم وتنسيق الأنشطة المختلفة وبطريقة تمكن من تعديل الخطط حتى تتحقق الاهداف المطلوبة .

ويعتمد التوزيع الامثل للموارد بالضرورة على دقة وكفاية المعلومات ، وعندما تكون المعلومات

مضللة ينعكس اثرها فى توزيع سبب للموارد .

وعند ما تعد التقارير الملائمة شكلا ومحتوى وتوفيتها فانها تقدم للادارة اشارات تحذيرية مبكرة لانحرافات الاداء ويطبق ذلك سواء بالنسبة للخطط الاستراتيجية او الانشطة اليومية . ونظرا لان كثيرا من المديرين لا يمتلك مهارة مالية ، فان المحاسب الادارى يلعب دورا جوهريا فى الرقابة الادارية بتحليل وتفسير البيانات ، ويشرح المعدلات المالية وارقام الاداء العالى والاتجاهات المختلفة ، ويقدمها جميعا فى صورة سهلة واضحة وتمثل أساسا للعمل . ويقوم المحاسب الادارى باعداد نظام "تقارير مسؤولية" ، ووفقا لهذا النظام يتسلم كل مدير معلومات تجميعية وملائمة لمستواه الادارى ويرتبط بهذا المفهوم مراكز الربحية ومراكز التكلفة التى يكون المدبرون مسئولين عنها ولا تكون هذه التقارير متاحة فى ظل انظمة المحاسبه الماليه ، غير ان المحاسب الادارى بقره من مصادر الاحداث يستطيع ان يقترح تعديل النظام المحاسبى والتقارير لكى تقابل الخصائص المعينه .

أسئلة الفصل الأول

السؤال الأول :

اختر احدى الخصائص العامة للمعلومات وناقش مفهومها وأهميتها واضرب أمثلة . تعتمد فيها على عناصر من مواقف شخصية مرت بها .

السؤال الثانى :

تختلف المحاسبة المالية عن المحاسبة الادارية فى جوانب عديدة - والمطلوب أن تختار خمسة من أوجه الاختلاف وترتيبها بحسب أهميتها وتبرر لماذا اخترت ترتيب أى ثلاثة منها على هذه الصورة .

السؤال الثالث :

تختلف معلومات التخطيط عن معلومات الرقابة من حيث موضوعها وطبيعتها وأهميتها . ناقش هذه العبارة بصورة مركزة (١٥ سطر)

السؤال الرابع :

هل تعتقد أن المحاسبة الادارية بديل جيد للمحاسبة المالية ؟ اذا كانت الاجابة بنعم فاشرح الأسباب . واذا كانت الاجابة بلا ، فوضح كيف يمكن تحقيق التكامل بين معلوماتها للوفاء بالمعلومات المطلوبة من النظام المحاسبى .

السؤال الخامس :

ناقش دور المحاسب الادارى فى إعداد الادارة بالمعلومات مع الاشارة الى العوامل التى تدعم هذا الدور .

السؤال السادس :

حدد أيًا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ على أن تشير اجابتك فيما لا يزيد على ثلاثة سطور :

- ١ - تعيد المحاسبة الادارية من بيانات المحاسبة المالية عن طريق الاعتماد على القوائم المالية فى اجراء تحليلات اضافية ليتمكن ادراج العناصر المكمل .
- ٢ - تهتم المحاسبة الادارية بالتخطيط ، ولذلك لا تحتاج اطلاقا للبيانات التاريخية عن الفترات الماضية لأن التخطيط موجه للمستقبل .

٣ - تخضع المحاسبة الادارية لمجموعة من الفوائد السلوكية والمفاهيم الاقتصادية تتبع
بشبات حتى تقدم للادارة المعلومات الملائمة لاتخاذ القرارات .

٤ - ان تعدد الأطراف الخارجية التى تستخدم بيانات المحاسبة المالية قد أغشى
المحاسبين من الاهتمام بتوحيد بياناتها فلكل طرف احتياجاته الخاصة المميزة .

٥ - المعلومات المحاسبية نقطة بداية لحل أية مشكلة أو اغتنام فرصة .

٦ - لا ترتبط المحاسبة المالية بالتخطيط وترتبط المحاسبة الادارية بالرقابة بدرجة أقل
من ارتباطها بالتخطيط .

٧ - تهتم المحاسبة الادارية باتخاذ القرارات دون اهتمامها بالتنبؤ أو تقسيم الأداء
بهدف تطبيق محاسبة المسؤولية .

٨ - يقصد باسترجاع المعلومات الى الخلف تحقيق الرقابة ، أما اذا تم استرجاع
المعلومات للأمام فهذا يهدف الى التخطيط الجيد .

السؤال السادس :

"عندما تتطور وظيفة الرقابة لتتكامل مع التخطيط فى اطار واحد فان للمعلومات دورا بارزا
فى هذا المجال"

ناقش هذه العبارة (١٢ سطر) .

السؤال السابع :

لماذا لا تصلح بيانات القوائم المالية كأساس للتخطيط واتخاذ القرارات ؟ بين حدودها ،
مع ذكر أمثلة من القوائم توضح مدى صلاحيتها فى استخدامات معينة .

السؤال الثامن :

"توجه المحاسبة الادارية اهتمامها للتخطيط والتوجيه والرقابة"

ناقش دور معلومات المحاسبة الادارية فى هذا الصدد .

السؤال التاسع :

حدد أيًا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير اجابتك فيما لا يزيد
عن ثلاثة أسطر :

١ - تقتصر المحاسبة الإدارية بالضرورة على بيانات النظام المحاسبى التقليدى والتى

تشتمل على بيانات كمية وغير كمية .

٢ - لكل من المحاسبة المالية والمحاسبة الادارية مصادره المستقلة للبيانات ، ولأن أهدافها مستقلة فلا يستعان من نفس المصادر ذات البيانات .

٣ - تغيد المحاسبة الادارية من بعض المفاهيم الاقتصادية والسلوكية للافادة منها فى دراسة السلوك الانسانى للأفراد بصدده استخدام الموارد المملوكة للمنشأة .

٤ - يقال ان المحاسبة الادارية موجهة اداريا لأن من أهم وظائفها امداد المعلومات اللازمة لاتخاذ القرارات المتعلقة بتخصيص الموارد بين المنشآت المختلفة .

٥ - عندما يستخدم الحاسب الالى فى فان أهمية نظام المعلومات المحاسبية تقل بين نظم المعلومات الأخرى ، وبدونه يصبح النظام المحاسبى أهم نظم المعلومات فى المشروع .

٦ - يشترك المحاسب الادارى فى وظائف التخطيط والرقابة بما يقدمه من معلومات هالحة ولذلك فهو مسئول عن نتائج كل القرارات فى هذه الوظائف .

٧ - تعتبر المعلومات الداخلية أقل أهمية لأن المنشأة لم تبذل جهدا خارجيا فى الحصول عليها .

السؤال العاشر :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير لايتجاوز ثلاثة سطور :

١- تنطوى المحاسبة الادارية على عنصر اجبارى يرتبط بالسجلات القانونية اذا ما أريد لها القبول لدى الهيئات المختلفة بجانب اعتماد الادارة عليها .

٢- تهتم المحاسبة المالية بالمشروع كوحدة بينما تتجه المحاسبة الادارية الى الاهتمام بالأقسام وخطوط الانتاج دون أن تتناول اطلاقا المدى الطويل .

٣- يقصد بخاصية الوقتية أن تكون المعلومات متاحة فى كل وقت يصرف النظر عن الحاجة اليها .

٤- اذا ما أعدت المعلومات فى شكل ملائم وبصورة صحيحة فانها لا تتأثر بمرضى الزمن ، حيث الدقة متوافرة .

- ٥ - بصفة غالبة تكون المعلومات لأغراض الرقابة ملائمة ولأغراض التخطيط دقيقة ومحددة .
- ٦ - لكي تكون المعلومات ذات مغزى فلا يكفي أن توجه لمن يحتاج إليها وأن تكون مرتبطة بموضوع التقرير .
- ٧ - تنصب خاصية الشكل الواجب توافرها في المعلومات على حجم التقارير ودرجة التفاصيل التي تحتويها .
- ٨ - ينضمّن نظام المعلومات الإدارية جميع المعلومات الكمية الرسمية في التنظيم ، أما المعلومات الأخرى فتحصل عليها من النظام المحاسبي للمعلومات .
- ٩ - بالرغم من شمول نظام المعلومات الإدارية فهناك بعض الظروف الخارجية التي يصعب أن يقدم معلومات عنها .
- ١٠ - إذا ما حصل متخذ القرارات على المعلومات الصحيحة والملائمة التي تساعد على الاختيار الأفضل فسوف يكون القرار سليماً بالضرورة .
- ١١ - إذا ما أعد المحاسب الإداري المعلومات المطلوبة للإدارة في صورة دقيقة مبنية على تحليل محاسبي متخصص وتحليل رياضي متعمق فإن أدائه يكون مثالياً .

الفصل الثاني

اتخاذ القرارات الإدارية

١ - مقدمة :

اتضح لنا مما سبق دور المحاسبة الإدارية في مساعدة الادارة مما تقدمه من معلومات ، كما تبين لنا اهمية هذا الدور وتطوره . وتعتمد الادارة على هذه المعلومات في اداء أنشطة التخطيط والتنظيم والتوجيه والرقابة واتخاذ القرارات ، ومادة ماينفذ عدد من هذه الأنشطة في نفس الوقت .

ويعبر نشاط اتخاذ القرارات في جوهره عن الاختيار بين البدائل . وهو لا يمثل وظيفه مستقلة وانما يكون جزءاً متصلاً بكل الوظائف الاخرى . وعلى سبيل المثال ، ففي مجال التخطيط تتخذ القرارات الخاصة باختيار الأنشطة التي تؤدي الى مقابلة الاهداف ، ثم تخصيص الموارد المتاحة بين الأنشطة بافضل طريقة ممكنة .

وفي توجيه ورقابة العمليات تتخذ الادارة قرارات ذات مدى اقل ، ولكن لكل منها أثره على استخدام الموارد وتقييمه . ويعتبر نشاط اتخاذ القرارات ضروريا ومستمر حيث توجد الخطط الجديدة او اعاده تخصيص الموارد والرقابة عليها ، كما يكون لازماً للتكيف مع الظروف البيئية الخارجية أو التعامل مع التغيرات والاحداث الداخلية . ولهذا فاننا نركز على اتخاذ القرارات لاهميتها وحيويتها لجميع جوانب النشاط الاداري ، كما نبدأ بتوضيح بعض المفاهيم الادارية .

٢ - بعض المفاهيم الادارية :

اتضح لنا مما سبق دور المحاسبة الادارية في مساعدة الادارة بما تقدمه من معلومات للتخطيط والرقابة واتخاذ القرارات ، وتهدف المحاسبة الادارية بصفة خاصه لخدمة منظمه معينه .

وتعبر المنظمة Organization عن مجموعة متحدة من الافراد تعمل معاً لغرض معروف . ومن أمثلة المنظمات الكلية التي تقدم خدمة تعليمية والمصرف الذي يقدم خدمة مالية وغيرها . وتتكون المنظمة من الافراد وليس الاصول المادية ، فلا تعتبر مبانى كلية التجارة منظمة ، لكن المنظمة تتكون من الافراد الذين يعملون في الكلية والذين

يلتفون حول هدفها المعروف وهو تقديم خدمة تعليمية للمجتمع .

وتختلف الاهداف باختلاف المنظمات فقد تهدف منظمة ما لتقديم خدمة انسانية وأخرى تهدف لتحقيق الربح ، غير أن للمنظمات على اختلاف انواعها نفس الخصائص ونذكر منها :

- ١- لكل منها هدف أو مجموعة أهداف تعمل لتحقيقها .
- ٢- توجد لكل منظمة مجموعة استراتيجيات للمساعدة في تحقيق الهدف .
- ٣- لكل منظمة مديراو مد يرون يخططون وينظمون ويوجهون ويراقبون أنشطتها ، كما يتخذون قرارات عديدة ذات آثار طويلة الاجل وقصيرة الاجل .
- ٤- لكل منها هيكل يظهر علاقات السلطة والمسئولية .
- ٥- تحتاج كل منظمة الى المعلومات ، وهذه حاجة لا تقبل الاشباع الكامل .

والاهداف العامة Goals هي التي تبرر أنشطة المنظمة وتوضح غرض ما تنجزه للمجتمع ، وهي تخبرنا عما تتجه اليه المنظمة كما انها تعتبر محور النتائج المأمولة من استخدام مواردها ، ويلاحظ ان الاهداف العامة تصنع اطارا لحدى نشاط المنظمة وتغطي فترات عديدة .

أما الاستراتيجيات Strategies فهي الفلسفة المرشدة للمنظمة في الالتزام باستخدام مواردها لمقابلته أهدافها ، كما انها تضع فيودا في حدودها تتخذ القرارات اللازمة لتوجيه العمل نحو الاهداف ، وعلى ذلك تسهل للادارة التعرف على الطريق الواضح لتعرف أين تذهب في أى نقطة من الزمن دون أن تضل فيحتويها اى طريق .

ولنفترض انك قررت السفر الى القاهرة فان عليك ان تقرر كيف يتم ذلك فلد يك البدائل السيارة ، القطار أو الطائرة. وتكون استراتيجيتك هي اختيار وسيلة النقل ، واذا ما تبسم هذا الاختيار أصبحت في وضع يسمح لك باستخدام مواردهك لتحقيق هدفك .

واذا كانت الاهداف العريضة تغطي فترات تقييم متعددة فان دور الاستراتيجية هو ترشيد الأنشطة أو نموذج الأنشطة الضرورية لانجاز تلك الاهداف . وترتب على ذلك ان تغطي نفس الفترات . ولا تسمح الادارة الفطنة بمرور عدة فترات زمنية دون تحديد تقدم المنشأة نحو أهدافها العامة حيث يجب غصيلها وربطها بالزمن .

وهنا تظهر أهمية الأهداف الفرعية Objectives التى تؤدى دور معايير الاداء الوسيطة ، فهى تستخدم لتحديد مدى التقدم نحو الأهداف العامة . وتختلف الأهداف الفرعية عن الأهداف العامة من ناحيتين : الأولى : ان الأهداف الفرعية لا تغطى فترات تقييم عديدة ، فهى توضع لكل فترة تقييم .

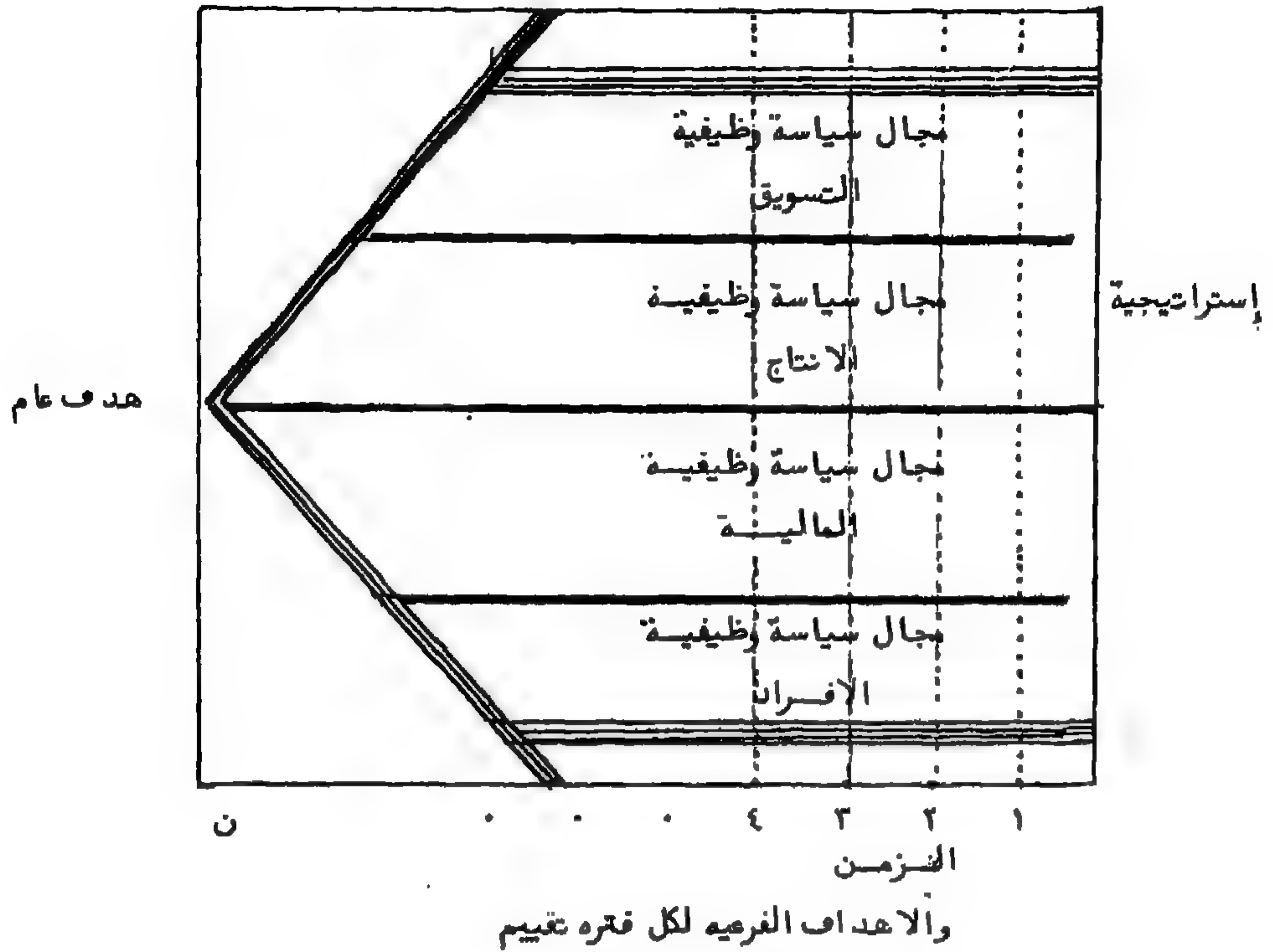
ثانية : ان الأهداف الفرعية تكون محدده بدرجة اكثر من الأهداف العامة . ويمكن القول أن الأهداف العامة هى قوائم دائمة حول عرض المنظمة ، وتضع الأهداف الفرعية نقاط انجاز معينة يجب الوصول اليها خلال فترة معينة من الزمن .

وتعتبر السياسات Policies عن خطوط مرشدة لاتخاذ القرارات بواسطة أعضاء المنظمة الذين يتحملون مسئولية العمل . وحيث لا يمكن للإدارة ان تتخذ جميع القرارات الخاصة بكل المشاكل فانها تخوض جزاً من واجبات اتخاذ القرارات - فى حدود القيود الاستراتيجية - الى المسئوليات الادارية الأدنى ، فيتم تحديد المشاكل المألوفة وتوضع الخطوط المرشده التى تؤدى لحلول ملائمة للمشاكل للمختلفة ، وبذلك تكون السياسات هى أدوات الاداره فى التأكد من حل المشاكل فى ظل القيود الموضوعة . وتتعدد السياسات المرتبطة بكل هدف لضمان تنفيذ أنشطة وظائفه المختلفة ، كما أن لها دورها المساعد فى تحقيق الأهداف .^(١)

(١) لدراسة أكثر تفصيلاً لهذه المفاهيم ارجع الى :

Donald L. Bates & David L. Eldredge, Strategy and Policy, (Dubuque, Iowa: Wm.E.Brown Co. Publishers, 1980).

ويوضح الشكل التالى العلاقات بين المفاهيم السابقة (١)



وعندما تدرك الادارة المفاهيم السابقة وتستخدمها تكون المسئولية الاساسية لهدفى التقدم نحو الاهداف ، وهى بحاجة الى الاساليب والادوات المساعدة لتقييم اداء الوحدة ويجب التحقق من ان الاستراتيجية يتم تطبيقها ، وان الاداء فى حدود المعايير وفى سبيل ذلك يجب ان تكون المعلومات كافية لتدعيم الاحكام واتخاذ القرارات المسليمة . وتعتبر المعلومات اساس نظام التقييم الذى يقوم عليه كل القرارات . وتساعد هذه المعلومات على اتخاذ قرارات اخرى فهى بمثابة سجل تاريخى لاداء الوحدة تحت ظروف مختلفة وبجانب المعلومات التاريخية يجب ان يعتمد على التنبؤات والتدبيرات حتى تصلح كأساس لاتخاذ قرارات المستقبل ، وقد لا تهمل المعلومات عن العاصى عندما يكون اداؤه هو افضل مؤشر للاداء المستقبل .

٣- مفهوم القرارات :

الانسان متخذ قرارات خلال حياته وفي كل عمل تعتبر القرارات اساسيه ولا يمكن تجنبها . ويمكننا القول ان النجاح او الاخفاق لفرد ما او لمجتمع يتوقف على قدره الافراد على اتخاذ قرارات رشيدة وذكية ولها اساس من المعلومات . ويعيش الانسان في بيئته متعددة الازعاج والظروف ، انها بيئته القرارات التي تختلف في حجم التعقيد ودرجة الاختلاف بينها وتنوع وتعدد اجزائها .

ويمثل القرار خاتمة عملية مصممة لوزن الاهمية النسبية لمجموعة من البدائل المتاحة واختيار افضلها ^(١) . أما عملية اتخاذ القرار فهي تشمل اختيار واحد من بين اثنين او اكثر من البدائل المتاحة بعد تقييمها على ضوء قدرتها على تحقيق الاهداف المرجوة من اتخاذ القرار .

وان يكون اختياره بحكمه . ويعتبر عدم الاختيار في حد ذاته قرارا ، وان لم يكن هو الافضل دائما . ويكون بعض الاختبارات أكثر أهمية أو أكثر تجريدا أو أقل تحديدا . ومع أن كل اختيار يبدو مستقلا فانه يؤثر على الاختيارات الاخرى فالكل يشبه النسيج الواحد الذي صنعتته اختيارات العاض ليشكل الحاضر ودون ان يضم المستقبل .

وبينما يتخذ الانسان القرارات كل يوم فانه نادرا ما يعطى فكره باستمرار للعملية التي تتخذ بها القرارات ، وعلى كل حال فان القرارات لها عناصر مألوفة وكلما امكن فهمها سهل على متخذ القرار تصور وادراك وتشكيل وتحليل بيئته القرار ، وينعكس اثر ذلك في اختيارات طيبه اي في قرارات اكثر فاعلية واعلى كفاءة ^(١) . ويحقق القرار الفعال الاهداف التي تسعى اليها الاداره بينما يؤدي القرار الكفء الى استهلاك الحد الأدنى من الموارد الضرورية لتحقيق الهدف .

(١)

N.Paul Loomba, Management: A Quantitative Perspective, (Collier Macmillan, International editions, 1976) P.100.

• ويفترض ثلاثة امور تتعلق بطبيعته القرارات فى مجال الاعمال .
الاول : وجود موارد نادره غير مخصصه تحت تصرف المنشأه ، وهذه الموارد قد تكون ماليه مثل النقدية ، او طبيعيه مثل المواد الاوليه والمعدات والمباني ، او انسانيه مثل الزمن والمهاره وكافه الافراد .

الثانى : ان الاداره ترغب فى اتخاذ قرارات حول استخدام هذه الموارد بكفاءه وفعاليه .

الثالث . ان العمليه التخطيطيه يمكن انجازها للوحدات الاقتماديه المختلفه .

٤- الجوانب السلوكيه لعمليه اتخاذ القرارات :

تؤثر القيم والاهداف الفرديه بدرجات مختلفه على متخذ القرارات ، ومن مظاهر هذه الآثار ان نجد فردين يعالجان نفس المشكله بطرق مختلفه او يختلفان فى اختيار مدخل معين لتحقيق فرصه بذاتها . وقد تؤثر العوامل السلوكيه والاهداف العامه والفرعيه ومستوى المعلومات المتاحة بدرجه عميقة على تصور المشكله او الفرصه وتقييم البدائل والعناصر الاخرى لعمليه اتخاذ القرار ، وقد لا يمكن فصل اثر كل من هذه العوامل كما لا نستطيع ان ننظر فى داخل عمليه الفكر الانسانى لئلا نرى بدقه كيف تعمل نماذج . ولذلك لا يكون من الممكن ان نطور بصور مباشره النماذج الواقعيه للفكر الانسانى . ومن ناحيه اخرى فانه يمكن ان يؤدى التطبيق المباشر للطرق والاساليب التحليليه الى تحسين كثير من عناصر عمليه اتخاذ القرارات لتصبح اكثر رشدا ونظاميه واكتمالا . ويتحسين هذه العناصر فان عمليات الفكر الانسانى قد تتأثر بصورة غير مباشره لتصبح افضل .

وتتضمن عمليه اتخاذ القرارات الحكم والتبصر كما تتأثر بميول الافراد وانظمه التقييم الفرديه . ولا يمكننا رؤيه القرار ذاته وان كنا نرى مظاهره وتذكر آثاره . ويمكننا ان نلاحظ الافراد والمجموعات التى تتخذ القرارات ، وان نتعرف على نماذج سلوكهم وطرقهم المستخدمه فى التحليل ، غير ان كل ما نخلص به من ذلك هو ملاحظه عناصر عمليه القرار . ويمكن ان تكون هذه العناصر قابله للرقابه ، كما يمكن هيكلتها فى صور مدخل نظامى — على درجه موضوعيه — لاتخاذ القرارات كمواع ان عمليات القرار تختلف باختلاف طبيعته المشاكل فان الحاله السائدة والفرد متخذ القرار يشكلان الصوره العامه لمعظم عمليات

القرار • وسوف نتناول في النقطة التالية عناصر اتخاذ القرارات •

٥- عملية اتخاذ القرارات : (١)

تتم عملية اتخاذ القرارات المهيكله بانجاز هذه خطوات في ترتيب منطقي ونظامي
لاختيار افضل البدائل التي تحقق الاهداف •

وتشمل هذه الخطوات ما يلي :

- التعرف على المشكله او الفرصه •
 - تحديد المشكله او الفرصه •
 - تعيين الاهداف •
 - تحديد البدائل •
 - تقييم البدائل •
 - اختيار افضل بديل •
 - التحليل اللاحق للمثاليه •
 - خطه تنفيذ القرار •
- ونتناول كلا من هذه الخطوات فيما يلي •

٥-١ . التعرف على المشكله او الفرصه :

يكمن العنصر الاول والضروري لعملية القرار في اكتشاف المشكله او الفرصه ، ويظهر المؤشر الاول على وجود المشكله او الفرصه في صورته اختلاف بين ظروف فعلية ومعايير معده أو اوضاع مرغوب فيها، لذلك فانه مالم تكن هناك معايير او انها كانت غير سليمة فقد تعضى المشكله او الفرصه دون ملاحظه ، وهنا تظهر اهمية التخطيط الشامل واعتماد المعايير الملائمة ، فلا شك أن الاكتشاف المبكر للفرص او المشاكل هو الذي يوجد الفرق بين النجاح والافراق في اتخاذ قرار ما • واذ لم توجد الخطط او معايير المقارنه فقد لا توجد هناك طريقه للتعرف على وجود مشكله او فرصه •

(١) راجع الفصلين الاول والثاني في :

Wm.E. Souder, Management Decision Methods,
(N.Y.: Van Nostrand Reinhold Co., 1980).

وتخضع عملية التعرف على المشكلة او الفرصة لعوامل تتعلق بانظمة المعلومات أو الاتصال والجوانب السلوكية مثل العادات والتقاليد والخبرة والطموح وغيرها . وتتمر عملية التعرف بخطوتين أولهما الاكتشاف والاخرى تقدير الاهمية النسبية . ولا يخضع كثير من المشاكل والفرص لنظام زمني في التعرف عليها ، وقد يرجع ذلك لعدم قدرة متخذ القرار على التفرقة بين المعلومات الملائمة وغير الملائمة ، فقد تتوفر - أحيانا - كمية كبيرة من المعلومات غير انها لا تكون ملائمة للمشكلة او الفرصة المعنية .

وتنمكس قدرة ومهارة متخذ القرار في تمييز المعلومات الهامة دون غيرها على فاعلية القرار ، ولهذا يجب ان تكون نظريته متغيرة وحساسة لكل الظروف البيئية التي تحيط بمشكلة أو فرصة ما .

وبعد أن يتعرف متخذ القرار على المشكلة او الفرصة فانه يتحرى بيقظة وحذر وجود شعبات فنية او اجتماعية او اقتصادية وما تؤدي اليه من فرص او مشاكل اخرى بالنسبة له او الاطراف الاخرى في المنظمة . ويجدر بمتخذ القرار ان يقارن الاختلاف بالمتغيرات العشوائية التي تتوقع في الظروف العادية ، ويتعرف على ما يمكن حدوثه عند التناضى عن هذا الاختلاف . وبعد ان يتم التعرف على المشكلة او الفرصة فانه يجب تحديدها وهذا ما نتناوله في الخطوة التالية .

٥-٢ . تحديد المشكلة او الفرصة :

نظرا لان المشاكل والفرص لا تعرض نفسها في صوره واضحه المعالم . ويمكن اعتبار الاجزاء المرحلية الاولى بمثابة دلائل على وجود المشكلة او الفرصة . بالطبع فان العمل على اساس هذه الدلائل لا يكون فعالا ، ولكن متخذ القرار يظل يتفحصها حتى يصل الى الاراء الحقيقية . ولهذا تكون المعلومات ضرورية لتحديد المشكلة والفرصة . وقد تكون المعلومات المتاحة خليطا من الحقائق والمشاعر والافكار المتداخلة وغيرها حول وضع ما . وعادة فانه الصعب خلال المراحل الاولى من التعرف على المشكلة او الفرصة أن نميز بين المعلومات الملائمة وغير الملائمة ، ويفضل في مثل هذه الظروف الحصول على معلومات إضافية حتى يمكن تمييز المشكلة او الفرصة وتحديد أبعادها ، ويتطلب عملية الحصول على المعلومات تصنيف الحقائق وقتا ومثابرة .

ويجب ان يشجع المناخ التنظيمي هذه الجهود التي ستتنافس على وقت الاداره المحدود وطاقاتها . ويعتبر تحديد المشكله او الفرصه عملا غير مستمر كما يتطلب اقتناعا بالمنفعه المحتملـه . ولعلنا جميعا ندرك من التجربه الاولى مدى اهميه التقاط المشكله الحقيقيه ، ان ان العمل على اساس مظاهر عرضيه قد يؤدي الى ضياع الوقت والموارد التي استخدمت في علاج غير فعال . وكما اننا نجد قرارات اخفقت باختيارها البدائل الخاطئه ، فهناك الكثير التي اخفقت نتيجة حل مشكله خاطئه .

وعند ما نتعرف على زمن وموطن المشكله او الفرصه فان ذلك يساعدنا في تمييزها وتحديد خصائصها لنعرف ماهي ثم تحدد المعلومات الاضافيه ، ولاشك ان هذا التحديد أو التمييز يساعد ان على التفرقه الواضحه بين المعلومات العلائقه وغير العلائقه، وبعد التعرف على الخصائص يبدأ التحقيق من وجود المشكله او الفرصه ، ويتأتى ذلك بتحديد الطبيعه الخاصه للاختلاف عن الظروف المرغوبه . او المعايير التي استخدمت في تحديد هذا الاختلاف .

وقد تعدد قائمه بهذه العناصر ويضاف اليها المشاكل والفرص المحتملـه ومدى اهميتها وخطورتها والحاحها والظروف المحيطه بها والمسئوليه الاداريه عنها . ويلاحظ ان اجراءات تحديد الخصائص والتحقق تقدم مدخلا شاملا لتحديد المشكله او الفرصه ، ويتضمن هذا المدخل بدوره توفير أساس لمزيد من المعلومات التي قد تساعد في اتخاذ القرارات الأخرى أو توجيه المسئول عن العمل .

ما سبق يتبين أنه لا يكفي التعرف على المشكله أو الفرصه ، وانما يلزم تحديدها وتعريفها بدقة حتى يتسنى دراسة الحلول البديله واختيار أفضلها على ضوء الأهداف المرغوبه .

٥-٣ . تعيين الأهداف :

نظرا لأنه لا يكتمل حل المشكله أو الاستفاده بالفرصه ما لم تتحقق كل الأهداف التي يصدر من أجلها القرار فيجب أن تعين - وبوضوح - الأهداف التي يرغب متخذ القرار تحقيقها .

وتعتبر الاهداف عن الوضع المرغوب التوصل اليه من بذل الجهود كما انها اساس صالح لقياس فاعليه البدائل ويعتمد عليها كمؤشرات لتوضيح اتعام حل المشكله .
وانا كانت افضل الحلول المتاحة — فى مرحلة معينة من التحليل — لا يتوقع لها ان تحقق كل الاهداف فان البدائل الأكثر فاعليه تكون مطلوبة قبل ان يتخذ القرار النهائى ونظرا لأن المعايير تستخدم لقياس تحقيق الاهداف فيجب ان تتلاءم المعايير مع الاهداف المرغوب تحقيقها من حيث القدره على التعبير عن مستويات انجاز هذه الاهداف لذلك أن المعيار هو قائمة بالمستوى المطلوب من الانجاز ، وعلى سبيل المثال فأننا كنان الهدف هو تعظيم حجم المبيعات فإن المعيار الملائم يجب أن يعين حجم المبيعات المستهدف على مدار الفترة المعينة من الزمن .

وعندما تكون المعايير غير قابلة للتحقيق ، فان هذا يؤدي لتقييم الانجاز الفعلى بأقل مما يجب ، وينتج عن ذلك مؤشرات مضللة عن مشاكل أو فرص وهمية .
ومن ناحية أخرى فان الاخفاق فى تحقيق تلك المعايير يربط الحوافز لريادة الانجازات المستقبلية ، وقد يؤدي كذلك لوضع معايير منخفضة فى السدورة التخطيطية التالية ترتبط بها أهداف أقل طموحا . والنتيجة أن يصبح النظام غير حساس لأية مشاكل أو فرص حتى مع وجودهما . وقد لا تكون الأهداف الحقيقية ظاهرة دائما ، وفى بعض الحالات يكون للأفراد والتنظيمات المختلفة أهداف كثيرة بعضها غير متشابه أو متعارض . وفى هذه الحالة تصبح هناك حاجة الى استخدام الفكر المتعمق ليتمكن اعداد قائمه بهذه الاهداف .
وقد يكون مدى متخذ القرار الفرد لكثير من الأهداف والعديد من مستويات الانجاز المرغوبه ، إلا أن نقطه البداية الموفقة لتعيين الاهداف والمعايير هى تحديد الحاله المرغوب الوصول اليها وكيفية التعرف على اتعام حل المشكله او تحقيق الفرصه ، فعمل ذلك يقدم مجموعه من المعايير التى تجسد الاهداف . وعلى سبيل المثال فأننا افتراضنا أن متخذ القرار يرى ان الفرصه تتحقق حينما يصل حجم المبيعات الى مليونى جنيه سنويا — فى هذه الحاله فان رقم ٢ مليون جنيه كمبيعات يمثل الهدف والمعيار معا .

٥-٤ . تحديد البدائل :

قد لا تعطى عملية ايجاد البدائل والبحث عنها الانتباه الذى تستحقه ، ولذلك يجب ان يخصص الوقت الكافى للبحث عن البدائل الجديدة . ويفضل ان يسبق الجهد الكبير فى تقييم واختبار البدل جهد مساو فى تجديدها . حيث تتأثر جودة القرار بطبيعة البدائل المتاحة . ولذلك تتطلب هذه العملية توافر القدره الاخلاقه واستخدام طرق تجميع الافكار .

وقد تتطلب الاوضاع المعقده توليفات عديده من البدائل التى تبرز فيها أفكار اخلاقية وحلول ممكنة . وقد ينطوى أحد البدائل على عدم انجاز شئ ، ويعتبر فى هذه الحالة ضمن البدائل الممكنه للقرار ، وعند ما يؤخذ فى الاعتبار فانه يلقى اذواً على مشكلة القرار .

ومن الاهميه بمكان ان نفرق بين اتخاذ القرار بعدم انجاز شئ وبين "التسويق" ، فقد مر متخذ القرار - الذى قرر عدم انجاز شئ - بعملية القرار المنطقية ، أما الذى لم يمر بهذه العملية فلم يتخذ قرارا وهو لا يعرف حقيقة ما اذا كان عدم أنجاز شئ هو أفضل البدائل أو أسوأها .

٥-٥ . تقييم البدائل :

يتم تحليل البدائل وتقييمها على أساس قيمتها وتكلفتها وظروف الخطر السائده ، وتقاس قيمة البدل فى ضوء مساهمته فى تحقيق كل من الاهداف المرغوبة . ويجب أن تؤخذ فى الاعتبار كل المنافع التى يمكن ان تترتب على اختيار ذلك البدل يسئل وكذلك كل المتضحيات التى قد تترتب على اختياره . وفى بعض الحالات قد تكون نتيجة عدم اختيار بدل معين جسيمة جدا لدرجة أنه يجب اختياره للمحافظة على الوضع الحالى للمنظمة .

وعادة ما متعدد الاهداف فى كثير من القرارات . كما يكون بعض الاهداف أكثر أهمية من غيرها . ويلزم فى هذه الظروف ضرورة ابراز اختلاف الأهمية النسبية للأهداف ويكون البدل الذى يساهم فى تحقيق هدف على درجة عالية من الأهمية ذات قيمة أعلى من ذلك الذى يساهم فى تحقيق هدف أقل أهمية .

٥-٦ اختيار أفضل بديل :

يمكن من الناحية النظرية ترتيب البدائل تنازليا من الأفضل الى الأسوأ على أساس أى من علاقات المنفعة والتكلفة ، أو التضحية والتكلفة أو الخطر والتكلفة ، غير أنه لا يمكن أن ندرج كل العوامل الثلاثة فى دليل تفضيل واحد نظرا لتعدد ها وتنوع اساليب تقييمها ، ويمكننا ان ندرك ذلك اذا ما استعرضنا بعضا من هذه العوامل فهى تشمل مثلا كفاءة البديل فى حل المشكلة ، وأثره على الاهداف التنظيمية والاقتصادية ومدى قبوله من المنفذين ، والتغير المطلوب فى النماذج السلوكية عند اختيار هذا البديل وأخيرا العلاقات المتداخلة بين البدائل .

وعادة ما يتعدد الافراد الذين يشملهم القرار النهائي قد يكون بين هؤلاء الذين قد موا معلومات القرار والذين اتخذوه أو اثروا فيه ، ولذلك يمكن القول ان عملية الاختيار تتأثر بكثير من العوامل السلوكية .

وقد يستخدم الحكم والمساومة بالاضافة الى العمليات التحليلية لاختيار أفضل البدائل . ويقوم المدخل الحكمى على أساس عقلى ووجدانى ، كما تتم عليه المساومة بين مجموعه متخذى القرار الذين يجرون التبادلات بين الحاجات والرغبات حتى يصلون الى اتفاق مرضى . أما المدخل التحليلى فإنه يتضمن تقييمات ومقارنات قاطعة للبدائل ، على أساس التكاليف والمنافع والفرص الضائعة والمقاييس الأخرى ويتضمن المدخل التحليلى مقياسا كميا واجرائيا يقوم على أساس المنافع والتكاليف .

وفى إطار عملية القرار المهيكله يتم اختيار أفضل بديل باستخدام الاساليب والنماذج التحليلية ، حيث تستخدم الطرق التحليلية وبحوث العمليات لمساعدته متخذي القرار فى الوصول الى الاختيار الأمثل من وجهة نظر الاعتبارات الاقتصادية ، ويستخدم الحكم بالنسبة للعوامل غير الاقتصادية واليهى لا تقبل التقييم الكمي . وفى بعض الحالات يسهل اختيار بديل واحد ، وفى غيرها قد توجد عدة بدائل مرضية .

وغالبا لا يوجد البديل الواحد الأفضل بكل المعايير أو وفقا لكل الاعتبارات ولذلك يوصى بمجموعة من البدائل ، أو يتم اختيار عدة بدائل تتصاعد في درجة الخطر وتنفذ في خطوات متتالية .

٥-٧ التحليل اللاحق للمثالية :

قد لا يكون القرار الامثل - أحيانا - معبرا عن أفضل اختيار ، ويرجع ذلك لبعض الظروف التي تواجه متخذ القرار . وينطوي التحليل اللاحق للمثالية على استخدام النماذج والطرق التحليلية لاختبار حساسية القرار للتغيرات في الظروف المحيطة . وإذا لم تظل مثالية القرار سائدة على مدى الظروف المحتملة فإنه يمكن السماح بتعدد البدائل المختارة بحيث ينفذ فيها ما يفرضه الظروف .

ويمكن لمتخذ القرار عن طريق التحليل اللاحق للمثالية - أن يراجع كل الخطوات السابقة في عملية اتخاذ القرار ، فيمكن اختبار تسلسل وتتابع الأنشطة ، كما يؤخذ في الحسبان أي معلومات أو بدائل جديدة تظهر خلال العملية .

٥-٨ خطة تنفيذ القرار :

لا يعتبر القرار كاملا حتى تعد خطة تنفيذه ، كما تتوقف قيمته على مدى قابليته للتنفيذ ، ويعتبر اعداد خطة فعالة لتنفيذ القرار بنفس المستوى من الأهمية كالقرار ذاته . ويجب ان توضح الخطة الحدود والعقبات في قبول القرار وتبين الأساليب والطرق التي تساعد في التغلب عليها خلال تغيرات واقعية وسلوكية . وليس من المقبول توقع تغيرات فجائية في السلوك الانساني نظرا للطبيعة البشرية ، ولهذا فإن خطة التنفيذ يجب أن تنشر على مدار فترة زمنية كافية . وبصفة عامة، فإن اصعب القرارات قابلية للتنفيذ هي تلك التي تنطوي على تغيرات كبيرة في السلوك الانساني، أو التي تكون آثارها غير مؤكدة أو أنها تتضمن مخاطر شخصية لهخذ القرار، وأخيرا تلك التي تنطوي على استخدام موارد ضخمة . ولكن يكون المجال مهيئا لتنفيذ القرار فيجب ان يتم ما يلي :

١- أن تؤخذ خطه التنفيذ في الاعتبار عند تحليل وتقييم البدائل ، ويترتب على ذلك استبعاد البديل الذي لا يمكن تنفيذه ، أما البديل الذي يصعب تطبيقه فيعتبر الملجأ الأخير .

٢- اشراك المنفذين في مرحلة صياغة البديل مما يؤدي لتقبله .

٣- مساعدة المسئولين في تفهم دور البدائل المختلفة في مساعدتهم .

٦- الظروف التي يتم في ظلها اتخاذ القرارات : (١)

تتعدد الظروف (أو البيئات) التي يتم في ظلها اتخاذ القرارات ، ويختلف تبعاً لذلك حجم ونوع وطبيعة المعلومات المتاحة عن كل حالة ، ونعبر عن حالة معينة من الظروف المستقبلية بحالة الطبيعة السائدة State of Nature ويفترض في ظل التأكد التام ان توجد حالة طبيعة واحدة بينما تتعدد هذه الحالات في ظل الظروف الاحتمالية . وسوف نتناول اتخاذ القرارات في ظل الظروف التالية :

— التأكد التام .

— الخطر .

— عدم التأكد .

— التعارض .

— حالات أخرى .

٦-١ . اتخاذ القرارات في حالة التأكد التام :

ينظر الى القرارات على اعتبار انها تتخذ في ظل ظروف التأكد التام حينما يوجد عائد أو حد لكل من البدائل المتاحة لتتخذ القرار .

ومعنى ذلك أن أثر اختيار بديل معين يكون معروفاً مقدماً بالتأكد ، وبذلك يفترض ان كل المعلومات الملائمة اللازمة لاتخاذ القرار معروفة بدرجة تأكيد تام ، وقد يتوقف هذا على أنه وضع غير مقبول في عالم يسوده عدم التأكد ، غير أنه في الحالات التي تتوفر فيها الخبرة العاضيه بدرجة كبيره فان كثيراً من القرارات التي تتخذ اعتماداً عليها تكون في ظل التأكد . وعلى سبيل المثال ، اذا كان لدينا مصنع ينتج عدداً من

(١) K.J. Radford, Managerial Decision Making (Reston, Virginia: Reston Publishing Co., 1975), P-P. 58-62.

المنتجات، يستخدم في سبيل ذلك أنواعا معينة من المستلزمات وبذلك يكون لكل منهن المنتجات تكلفته التي تختلف باختلاف مستلزماته ، كما أن لكل منها سعر بيعه وإذا افترضنا أنه يوجد سوق لتصريف كل من المنتجات التي يتم إنتاجها وبأى حجم ، فعندئذ يكون من الضروري التعرف على تشكيله المنتجات التي نحصل عليها من توليفة معينة من المدخلات والتي تحقق أقصى ربح .

ولو افترضنا — ولو للحظة الحالية — أن كل الكميات والأسعار معروفة بدقة فانه يمكن تحديد الربح الناتج من تشكيله معينة من المنتجات بالتأكيد ، ومثل هذه المشكلة تعرف بأنها محدودة Deterministic . ومؤبها أنه تحت ظروف معينة يمكن تحديد تشكيله المنتجات التي تحقق أقصى ربح .

ويمكن أن نعرض نتائج التحليل السابق في شكل مصفوفة تظهر الاختيارات الفردية (تشكيلات المنتج) كما تبين الأرباح المتوقعة نتيجة اختيار بديل معين كما يعتبر الربح عائد قرار اختيار ذلك البديل .

مصفوفة العائد للقرار في ظل التأكد

العائد

البديل

١ ع

س ١

٢ ع

س ٢

٣ ع

س ٣

٤ ع

س ٤

٥ ع

س ٥

وسوف نتعرف ان المشكله السابقه هي إحدى المشاكل التي يطبق فيها أسلوب البرمجة الخطية في ظروف معينة ، وعلى سبيل المثال يمكن تحديد تشكيله المنتجات التي تعظم الأرباح .

وفي مشاكل الحياة العملية نجد أن مدى الاختيار كبير جدا ، ولكن عندما نعتبر أن المرغوب فيه تعظيم الأرباح فان تشكيله المنتج الملائمة يمكن تحديدها .

٦-٢ . القرارات فى ظل الخطر :

يقال أن القرارات تتخذ فى ظل الخطر حينما يكون هناك أكثر من عائد محتمل ينتج من اختيار بديل معين ، ويفترض أن متخذ القرار يعرف احتمال حدوث كل من هذه العوائد . ويرد اختلاف العوائد عن بعضها الى العوامل التى تحدث خارج رقابة متخذ القرار . وإذا افترضنا أن عددا من هذه العوامل معروفا/ فإن فرصة تكوين توليفات من هذه العوامل — والتى تسمى أحيانا بحالات الطبيعة — يمكن احتسابها .

مصفوفة العائد للقرار فى ظل الخطر^(١)

حالات الطبيعة				البدائل
١	٢	٣	
احتمالات حالات الطبيعة				
١	٢	٣	
١١	٢١	٣١	١
١٢	٢٢	٣٢	٢
١٣	٢٣	٣٣	٣
				⋮
				الـ

ولشرح مبسط لحالة الخطر نفترض أننا نرمى زهرتى النرد ، وتكون حالات الطبيعة الممكنة هى التوليفات التى تنتج من أوجه الزهر الستة، والتى تتراوح نتائجها من العدد ٢ الى العدد ١٢ . ويمكن حساب احتمال كل منها مقدما — بافتراض أن عملية رمى الزهر تتم بطريقة عادلة وبدون تمييز فى أى اتجاه .

ويلاحظ أيضا أن عدد حالات الطبيعة الممكنة معروفة تماما . وقد يبدو نسوع هذا القرار صناعى إذا ما تورن بظروف الحياة الواقعية ، غير أنه من ناحية أخرى نجد أن كثيرا من المواقف يحدث فى مجالات تتوافر عنها الخبرة الماضية المكتسبة بدرجة معقولة ، ومثل هذه الحالات فانه يمكن اعداد تقديرات مقبولة عن حالات الطبيعة المحتملة .

ويمكن النظر الى هذه القرارات باعتبارها نوع من المباريات ضد الطبيعة تنقسم بالخطوات التالية :

١- يختار متخذ القرار أحد البدائل المتاحة — بعد حساب المخرجات أو العائد لكل من البدائل في ظل كل من حالات الطبيعة المستقبلية التي تكون احتمالات حد وشها معلومة .

٢- وبعد ان يقوم متخذ القرار باختياره يفترض أن الطبيعة تختار حالة، وهي تلك الحالة التي تحدث فعلا .

٣- يحصل متخذ القرار على العائد المقابل لحالة الطبيعة التي حدثت فعلا، ومع ان متخذ القرار يختار البديل الذي يعطى العائد الاكثر تفضيلا في ظل حاله الطبيعة التي يعتبر احتمال حد وشها اعلى الاحتمالات، فان تلك الحالة قد لا تحدث من لعبه واحدة من المباراة . وهنا يكن الخطر، وسوف نتناول في مواضع تاليه بعض الطرق اللازمة لمواجهته في حالات معينة .

٦-٣ . القرارات في ظل عدم التأكد :

حينما يكون عدد حالات الطبيعة الممكنة غير معروف ، كما أن احتمالات حد وشها — أيضا — غير معروفة لمتخذ القرار ، فان القرارات تتخذ عندئذ في ظل عدم التأكد . ويفترى أن متخذ القرار غير متأكد من أنه قد أدرج كل الحالات الطبيعية المحتملة ضمن مصفوفة ، وأنه أجرى الترجيح النسبي لكل منها . وتعتبر هذه الحالة هي الأكثر احتمالا في الواقع العملي . وفي ظل عدم التأكد قد يكون عدم المام بمتخذ القرار جزئيا فقط ، كما قد يكون من الممكن بالنسبة له أن يحصل على مزيد من المعلومات بتضحيات من الزمن والأموال . وهذا الوضع قد يظهر أن من المزايأ تأجيل القرار أو جزئ منه حتى يمكن جمع المزيد من المعلومات . وقد تعد القرارات في القرارات في ظل عدم التأكد في عمليات (مراحل) متتابعة لاتخاذ القرار ، وهذه لا يمكن عرضها بسهولة في شكل مصفوفة العائد الملائمة لقرار المرحلة الواحد . وقد تستخدم المعلومات التي تم جمعها كأساس لتحديد أكثر وأشمـل لحالات الطبيعة المستقبلية واحتمالات حد وشها ، وأيضا البدائل المتاحة لمتخذ القرار وقد يؤدي تجميع المعلومات الى أن تغيير الحالة التي يتخذ في ظلها القرار من حالة عدم التأكد لتصبح حالة الخطر .

مقارنة بين الحالات السابقة

عدم التأكد	الخطأ	التأكد التام	المعيار
أكثر من واحدة وغير معروفة	أكثر من واحدة ومعروفة	واحدة	حالات الطبيعة
غير معروفة على الاطلاق	معروفة لكل من حالات الطبيعة	مؤكدة تماما	احتمالات المخرجات
غير مؤكدة ولا يمكن تعيينها لحالات الطبيعة	احتمالية ويمكن تعيينها لكل حالة من حالات الطبيعة	محددة	طبيعة المخرجات
يتم التعرف عليه باستخدام عدد من المعايير المختلفة	يتم التعرف عليه باستخدام مقياس القيمة المتوقعة	الذي يحقق أغلى منفعة	الاختيار الأمثل

(1) Adapted from: N. Paul Loomba, O P.Cit., p. 113.

٤-٦ . القرارات فى ظل المنافسة أو التعارض :

فى تناولنا للقرارات فى ظل الخطر أو عدم التأكد ، افترضنا أن الضد ، أو اللاعب الآخر فى المباراة هو نتيجة لمجموعة من الظروف التى تحدد حالات الطبيعة المستقبلية للعالم ، ونصورة مستقلة عن رغبات وآمال متخذ القرار .

وتسمى هذه " حالة لاعب " ، أو فرصة ، وافترضنا أن اللاعب (متخذ القرار) فى جانب المباراة يلعب بدون ضد منافس له .
وتتهم فئة أخرى من القرارات بالتعرف على وجود الخصم (المناوى)^(١) ، والذي قد تكون أفعاله فى اتجاه تعارضى لأفعال متخذ القرار . وتحدث أمثلة لذلك فى المنافسة الاقتصادية فى الأسواق ، وفى أنواع معينة من المباريات . ومن النادر أن نجد فى المجتمع الحد يشتتعارض مباشرة من فرد الى آخر ، أو تنظيم الى تنظيم . وفى معظم الحالات تكون الحكومة طرفاً بشكل أو بآخر ، كما تدخل أطراف أخرى بدرجة أقل أو أكثر ، وفى بعض حالات التعارض يصعب التعرف على مصدر " الضد " بدقة مع أن آثارة يمكن ملاحظتها . وقد لا يمكن التأكد من أن حالات المستقبل التى قدرت هى نتيجة أعمال واعية لمعارضين حقيقيين لمتخذ القرار . أم أنها نتيجة توليفة من أعمال عدد كبير من الأطراف ، وكل منها يعمل وفقاً لاهتماماته فى عالم متنافس . وفى الواقع ، قد يتأثر كثير من الأحداث التى نصنفها على أنها طبيعية بأفراد أو منظمات أخرى . ويحدث ذلك بصفة خاصة فى مجالات المنافسة على الموارد والمتطلبات الضرورية للحياة الحديثة ، وفى مثل هذه الحالة فإن الوضع يقترب مما وضعناه تحت عنوان عدم التأكد .

٥-٦ . اتخاذ القرارات فى ظل حالات أخرى : (١)

قد تكون معلومات القرار كمية غير محددة فيقال أن الانتاج أو الأسعار تزيد

(١) د . فريد راغب النجار ، النظم والمعلومات الادارية والتنظيمية : (الكويت :

وكالة المطبوعات ، ١٩٧٧) ص ٢٨٩ .

أو نقل عن مقدار معين ، أو معلومات وصفية مثل تفضيل سياسته على أخرى وتسمى هذه بالقرارات الغير محددة . أيضا قد تتخذ القرارات في ظل ظروف عامضة أو غير مستقرة .

٧ - اتخاذ القرارات والزمن :

تتأثر القرارات بطول الفترات الزمنية التي ترتبط بها اهداف القرار ونتائجه . فنجد أن القرارات تتناول الاهداف العامة في الفترات الطويلة حيث يوجد متسع من الوقت ولم يهتم تخصيص الموارد بعد . وتقوم القرارات بالنسبة للفترات المتوسطة على إمكانية اعداد تنبؤات واجراء تخصيص للموارد بدرجة معقولة . وأخيراً ، تعتمد القرارات الخاصة بالفترات القصيرة على التحديد الدقيق حيث تم تخصيص الموارد فعلاً . وفي رأينا ان هناك علاقة عكسية بين طول الفترات الزمنية والتأكد في المعلومات حول الظروف المعينة . ونقترح المصفوفة التالية لابرار العلاقة بين حالات الظروف السائدة والزمن

الحالة / الزمن	التأكد	الخطر	عدم التأكد
فترات قصيرة الأجل : من أسبوع الى سنة	غالبا	أحيانا	نادرا
فترات متوسطة الأجل اكثر من سنة الى خمس سنوات	أحيانا	غالبا	نادرا
فترات طويلة الأجل : اكثر من خمس سنوات	نادرا	أحيانا	غالبا

ولا يعتبر هذا التقسيم بانيا وقاطعا ، وانما هو بمثابة اطار يساعد في ادراك العلاقات المختلفة بين حالات الظروف السائدة والزمن ، ثم الاستفادة من ذلك في تعرف طبيعة المعلومات المتاحة وإمكانية التعامل معها . وعادة ما تقسم القرارات من وجهه نظر الزمن الى قرارات الاجل الطويل ، وقرارات الاجل القصير ، ونسأل كل منهما بشئ من الايضاح .

٧-١ . قرارات الاجل الطويل :

وقد تسمى قرارات الطاقة وهى ترتبط بتوفير المواد للمشروع وتوجيهها للاصول المنتجة من مباني ومرافق ومعدات ، وتتصف هذه القرارات بخاصيتين :
الأولى - أنها تنطوى على تغييرات فى المنتج أو الخدمة التى تقدمها المنشأة .
الثانية - أنها تغطى فترة زمنية طويلة نسبيا ، ولذلك فان أفضل اسلوب لقياسها يكون عن طريق التدفقات النقدية المعدلة وفقا للزمن .
ويمكن ان تضم القرارات المتعلقة بالجدوى الاقتصادية للمشروع ، والحجم الأمثل له ، واختيار اساليب وطرق الانتاج فى ضوء المعايير الاقتصادية والمالية وغيرها ، وتحديد الارباح المتوقعة والتوزيعات خلال الفترة المقدرة لحياة المشروع .

٧-٢ . قرارات الأجل القصير :

وقد تسمى القرارات التشغيلية ، وهى القرارات المتعلقة بالمخرجات والاسعار ، والتوقف المؤقت والاضافات لخطوط الانتاج . ويمتد كل منها لفترة زمنية قصيرة ولذلك يكون تطبيق القيمة الزمنية للنقود غير جوهري ، ولا يتضمن أيامها اضافة او تخفيض هذا فى امكانيات الانتاج ولكنها تهدف الى الحصول على أفضل النتائج الممكنة من الموارد المتاحة

٨ . المعلومات كوسيط لعملية اتخاذ القرارات :

اتضح لنا مما سبق ان اتخاذ القرارات ينطوى على عملية معقدة بدرجة كبيرة يصعب التحديد والوصف الكامل لها ، وهى عملية ديناميكية ومتطورة وهى بالضرورة تقوم على المعلومات . فهى عملية تجميع معلومات تشمل المدخلات والانتاج والاستخدام والمخرجات من هذه المعلومات ويتم تحليلها أو تركيبها أو تخزينها وتوصيلها للامام ليكون امام متخذ القرار صورة المستقبل المتوقعة ، أو للخلف حتى يتم اتخاذ القرارات المرتبطة بوظيفة الرقابة .

وتلعب المعلومات الدور الوسيط فهى المدخلات الوحيدة التى تساعد متخذ القرار فى تصور وضع الاختيار ، وتوضح البيئة المستقبلية والعوامل المختلفة المتأثرة او المؤثرة على نتائج القرار . وتخدم المعلومات كمستودع للخبرة الماضية والعلاقات السابقة بين الاسباب والنتائج . وتساهم المعلومات فى تطوير نظام التقييم المستخدم فى التحليل وهى وسيلة التعبير عن المخرجات . وخلاصة القول ان المعلومات هى بؤره اتخاذ القرارات ووسيله كما ان عملية القرار هى تركيب المعلومات فى صورة اختيارات متاحة وعمل مقترح .

أسئلة الفصل الثاني

السؤال الأول :

اذكر خطوات عملية اتخاذ القرارات حسب ترتيبها المنطقي مع ذكر عبارة واحدة عن دور المعلومات في كل خطوة منها .

السؤال الثاني :

اختر خطوتين متتاليتين من خطوات عملية اتخاذ القرارات وناقشهما مع التركيز على: أهمية تتابع الخطوتين المختارتين ، المعلومات اللازمة لكل منهما .

السؤال الثالث :

قارن بين اتخاذ القرارات في ظل كل من ظروف الخطر والتأكد وعدم التأكد .

السؤال الرابع :

حدد أيًا من العبارات التالية يعتبر صواباً وأيها يعتبر خطأ، مع تبرير اجابتك فيما لا يزيد على ثلاثة أسطر :

- ١ — تعتبر حالة الطبيعة السائدة التي تؤخذ في الاعتبار واحدة بصرف النظر عن مدى التأكد في مجموعة معينة من المعلومات .
- ٢ — تختلف ظروف التأكد عن ظروف عدم التأكد، ولكن ظروف الخطر تتشابه وتختلف عن ظروف عدم التأكد .
- ٣ — لعلقة للزمن بحالات الطبيعة السائدة حيث ترتبط عدد الحالات بالفترات الزمنية بصرف النظر عن طولها .
- ٤ — يتم الاختيار الأمثل وفقاً لنفس المعايير بصرف النظر عن حالة الطبيعة السائدة .
- ٥ — تكون المعلومات أكثر تأكيداً في حالة الخطر عن حالة عدم التأكد ، وفي الأخيرة تكون بالضرورة أقل من حالة التأكد .
- ٦ — تعبر حالة الطبيعة السائدة عن حالة خاصة من مجموعة حالات الظروف السائدة في ظل عدم التأكد .

السؤال الخامس :

حدد أيًا من العبارات التالية يعتبر صواباً وأيها يعتبر خطأً مع تبرير اجابتك في حدود ثلاثة أسطر :

- ١ - لا يعتبر اتخاذ القرارات وظيفة مستقلة وهامة لجميع أنواع النشاط الإداري الذي تمارسه المنشأة .
- ٢ - ليس من الضروري أن يكون للمنظمة أهداف طالما أنها تحدد استراتيجياتها بدقة .
- ٣ - ترتبط السياسات بالمدى الطويل والاستراتيجيات بالأهداف الفرعية بالمدى القصير عندما تكون الأهداف العامة محددة بدقة ووضوح .
- ٤ - يمثل القرار مجموعة من العمليات المتتالية لاختيار أفضل البدائل المتاحة بعد تقييمها .
- ٥ - درس المدير البدائل المختلفة لحل مشكلة معينة على ضوء تكلفة ومنافع كل منها ، غير أنه رفضها جميعاً، فهو غير راغب في اتخاذ قرار بشأن هذه المشكلة .
- ٦ - تساعد المعايير السليمة والواضحة على الاكتشاف المبكر للمشاكل .
- ٧ - إن مجرد توافر المعلومات يساعد على تحقيق فاعلية القرار .
- ٨ - بعد التعرف على المشكلة بوضوح لا تبذل هناك حاجة إلى المعلومات المحاسبية وعلى المدير الناجح اتخاذ القرار بحل المشكلة .
- ٩ - لا يمكن الاعتماد بأي صورة على البيانات التاريخية في اتخاذ القرارات .
- ١٠ - عندما تكون المعلومات كافية والبدائل محددة وتم تقييمها بموضوعية كاملة فإن عملية اتخاذ القرار تكون على نفس الدرجة من الموضوعية .
- ١١ - القرار الفعال يؤدي إلى استهلاك الحد الأدنى من الموارد اللازمة لتحقيق الهدف .

السؤال السادس :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير اجابتك فيما لا يزيد على ثلاثة أسطر :

- ١ — نظرا لأهمية وشمول الأهداف العامة فإنها يجب أن تحدد بوضوح ويعين الزمن اللازم لانجازها فهي تمثل معايير هامة لقياس الانجاز وذلك بخلاف الأهداف الفرعية .
- ٢ — تتشابه المنظمات في أن لكل منها هدف واحد وسياسة واحدة كما أن المعلومات التي تتطلبها محدودة إذا ما كان الهدف واضحا .
- ٣ — يعبر القرار عن اختيار واحد من بدلين أو أكثر نتيجة تطبيق خطوات عملية اتخاذ القرار .
- ٤ — قرارات المنظمة الواحدة التي يتخذها مدير واحد تكون بنفس الأهمية والتجريد والتحديد وذلك إذا ما تمت خلال نفس الفترة .
- ٥ — المشكلة أو الفرصة الواحدة يتخذ لها عدة مديرين نفس القرار إذا ما قدمت لكل منهم البيانات والمعلومات بصورة موحدة .
- ٦ — لا توجد ثمة علاقة بين زمن وموطن المشكلة وتحدد ها والتعرف عليها فكلها عناصر تساعد عطية التمييز بين البدائل .
- ٧ — لا تعتبر القدرة على تمييز المعلومات العلائمة لمشكلة معينة من العوامل المؤثرة في عملية القرار بشرط توافر جميع المعلومات عن المركز أو القسم الذي توجد به هذه المشكلة .
- ٨ — إذا ما حددت المشكلة من خلال المعلومات العلائمة فإنه يسهل التعرف عليها .
- ٩ — مهما تعددت الأهداف واختلف الأفراد فلا توجد مشكلة عند اختيار أفضل البدائل المتاحة .
- ١٠ — بصرف النظر عن الأهداف والمعايير التي تحكم تقييم البدائل فإنه يمكن ترتيبها تنازليا أو تصاعديا بسهولة .

الفصل الثالث

الموازنات التقديرية

١ - مقدمة :

يهدف التخطيط الى تخفيض عدم التأكد حول المستقبل، ويتحقق ذلك بتنسيق الخطط والرقابة على المتغيرات المؤثرة حتى يمكن تحقيق أهداف المشروع . وقد تكون بعض هذه المتغيرات خارجيا وبعضها داخليا ، وبالنسبة للأولى فان الإدارة تستطيع التنبؤ باتجاهاتها وقوة تأثيرها حتى يمكنها تعظيم النتائج الملائمة وتدنية غير الملائمة . أما المتغيرات الداخلية فتشتمل على العوامل المرتبطة بالعمالة والموارد الرأسمالية وخطوط الإنتاج وطرقه والتكاليف وغيرها ، وتستطيع الإدارة أن تخطط هذه العناصر وتراقبها . وعندما تتحدد أهداف المنشأة تكون الخطوة التالية اتخاذ القرارات اللازمة لتحقيق هذه الأهداف وبالتالي اعداد الموازنات التقديرية ، ولا يقتصر دور الموازنات التقديرية على التعبير عن الخطط وإنما تعتبر أساسا للمقارنة مع النتائج الفعلية لتحقيق فاعلية الرقابة . والواقع أن القرار في مجال نشاط معين يكون آثاره على مجالات أخرى ، وعلى سبيل المثال ، فان قرارا يتعلق بالتسعير يؤثر على حجم الإنتاج ، ومشتريات المواد الأولية ، ثم التدفقات النقدية . وتؤدي الموازنات التقديرية دورا هاما في التخطيط والتنسيق والرقابة .

٢ - تعريف الموازنات التقديرية :

تعددت التعريفات التي قدمها الكتاب للموازنات التقديرية، فهي قائمة بالأهداف العامة والفرعية عن فترة زمنية مستعجلة معبرا عنها ماليا ، وهي تتخلل كل مستوى للنشاط محققة تكامل خطط الإيرادات وخطط المصروفات والاحتياجات من الأصول واحتياجات التمويل .

ويرى " جارسون " أن الموازنة التقديرية خطة مفعلة تظهر كيفية اقتنا " الموارد واستخدامها على مدار فترة معينة من الزمن ، وهي تعرض خطة للمستقبل معبرا عنها كميًا ^(١) . ويرى الأستاذان " بييرمان " و " دايكمان " أن الموازنة التقديرية تعبير كمي عن الأهداف التي ترغب المنشأة في تحقيقها والتكاليف اللازمة لبلوغ هذه الأهداف . وفي اعتقادنا ^(٢) أن الموازنة التقديرية هي خطة مفعلة ومتكاملة توضح في صورة كمية الأهداف التي تسعى المنشأة إلى تحقيقها خلال فترة زمنية مستقبلية ، وتبين الوسائل والأساليب والطرق والموارد اللازمة لتحقيق هذه الأهداف ، كما تستخدم كأساس للرقابة خلال فترة تنفيذها . ^(٣)

(1) Don T. Decoster & Eldon L. Schafer, Management Accounting (N.Y. : John Wiley & Sons, Inc., 1979), p. 302.

(2) Harold Bierman Jr. & Thomas R. Dyckman, Managerial Cost Accounting, (N.Y.: Macmillan Publishing Co., Inc., 2nd ed., 1976.

(٣) راجع التعريف الذي قدمه د . عبد الحى مرقى للموازنة التخطيطية في كتابه : دراسات في المحاسبة الادارية وبحوث العمليات ، (الاسكندرية : مؤسسة شباب الجامعة ، ١٩٧٤) ، ص ٨ .

٣ - بعض المفاهيم والتعريفات : (١)

٣-١ . الموازنة التقديرية الشاملة . Master Budget :

وهي صورة شاملة لأهداف الإدارة وخططها المستقبلية وكيفية إنجازها ، وتتضمن مجموعة كبيرة من الموازنات الفرعية والجدول الملحقة تتحدد من خلالها أهداف المبيعات ، والانتاج ، والمخزون ، والموارد ، والأنشطة المالية . ويمكن أن تبوب بصفة رئيسية الى :
الموازنات التقديرية للنشاط الجارى والموازنات التقديرية للموارد .

ونتناول كلا منهما فيما يلى :

٣-١-١ . الموازنات التقديرية للنشاط الجارى Operating Budgets :

وتهتم هذه الموازنات بتقدير حجم المبيعات والمصروفات ومستوى الأرباح الذى يجب أن تحققه المنشأة خلال فترة الموازنة ، ومعنى ذلك أنها تعبر عن النتائج المتوقعة من عمليات المنشأة ولذلك فهي تسمى أحيانا الموازنة التقديرية التشغيلية .

وتشتمل بدورها على عدة موازنات تقديرية للعناصر التالية :
المبيعات ، الانتاج ، الموان الأولية ، العمل المباشر ، المصروفات الصناعية غير المباشرة ، المصروفات البيعية ، المصروفات الادارية .
وحيثما يبدأ تنفيذها فانها تعتبر بمثابة خطة للأرباح ، ولذلك يطلق عليها أحيانا خطة الأرباح Profit Plan حيث يمكن الاعتماد عليها فى اعداد القائمة التقديرية لصافى الدخل Net Income Budget .

وتتكون الموازنة التقديرية التشغيلية من جزئين ، موازنة البرامج وموازنة المسئولية ، وتظهر كل منهما طريقة التنبؤ بخطة العمليات الشاملة ، ولكنهما يصلان لنفس صافى الدخل المتوقع .

(١) لأغراض التعرف على أنواع الموازنات بصفة عامة والغرض من كل منها ،

ارجع الى :

د . عبد الحى مرعى ، المرجع السابق ، ص ١٤ - ٢٤ .

موازنات البرامج : Program Budgets

تتكون من الإيرادات والتكاليف المقدرة للبرامج التي حطت الشركة لتنفيذها خلال السنة ، وقد تعد هذه البرامج على أساس الإيرادات والتكاليف لكل خط من خطوط الانتاج . وتفيد هذه الموازنات في دراسة هوامش الربح للمنتجات المختلفة ، ومدى كفاية برامج الأبحاث والاعلان الخاصة بكل خط من خطوط الانتاج .

موازنات المسؤولية : Responsibility Budgets

تهتم موازنات المسؤولية بحصيل الخطط على أساس الأفراد المسؤولين عن تنفيذها . وتعتبر من الأدوات الرقابية الهامة لأنها تمثل قائمة بالأداء المتوقع لكل مركز وبالتالي يمكن مقارنته مع الأداء الفعلي . وعلى سبيل المثال، يجب إعداد موازنة تقديرية على أساس المسؤولية لكل قسم تظهر التكاليف الخاضعة للرقابة بواسطة المشرفين بالقسم .

وقد توجد موازنات برامج تظهر التكاليف المخططة لكل منتج متضمنة التكاليف المباشرة . ولكنها لا تغنى من وجهة نظر الرقابة عن موازنات المسؤولية ، وعلى سبيل المثال، اذا كان لدينا مصنع يقوم بانتاج عدة منتجات حيث توجد عدة مراكز مسؤولية، فان موازنة البرامج قد لا تكون مفيدة لأغراض الرقابة لأن التكاليف التي تظهرها لا ترتبط عادة بمسؤولية مديرين معينين . وفي بعض الحالات يمكن أن تسند المسؤولية عن برامج معينة الى أفراد بذواتهم ، وفي هذه الحالات تؤدي موازنات البرامج دورها كوسيلة للرقابة ، ومن أمثلتها المشروعات الاستشارية التي تتحدد فيها مسؤولية مدير المشروع Project Manager عن انجاز معين أو مرحلة معينة في المشروع . وعادة ما تتغير التكاليف الكلية لمراكز المسؤولية بتغير أحجام الانتاج لاسيما في مراكز الانتاج وخدماته ، ولهذا يطبق مفهوم الموازنة التقديرية المتغيرة أو المرنة ، وتظهر هذه الموازنة سلك التكاليف المخططة لمستويات أحجام مختلفة . وحينما تستخدم الموازنة التقديرية المرنة فان التكاليف المرتبطة بحجم معين هي التي تستخدم في الموازنة التقديرية الشاملة . ويعتبر هو ذلك الحجم الذي حطت الشركة للعمل على انجازه خلال فترة الموازنة التقديرية .

٣-١-٢ موازنات الموارد - Resource Budgets :

وتهتم هذه الموازنات بتقدير كمية ونوع الموارد المطلوبة لتحقيق النتائج التي تتطلبها الموازنة التشغيلية . وتشتمل هذه الموازنات على : الموازنة التقديرية للاتفاق الاستشاري ، والموازنة التقديرية النقدية . ويمكن بالاعتماد عليهما اعداد الميزانية العمومية التقديرية ، والقائمة للتقديرات في المركز المالي .

وتشتمل موازنات الموارد على :

- الموازنة التقديرية للنقدية .
- الموازنة التقديرية للنفقات الرأسمالية .
- القائمة التقديرية للمركز المالي .

أ - الموازنة التقديرية للنقدية :

وتعبر عن كل الأعمال والانجازات المخططة في صورة تدفقات نقدية داخلية ، وتدفقات نقدية خارجية ، وتساعد الادارة في التعرف على آثار الخطط المختلفة ، كما أنها تساعد في معرفة الحالة النقدية المتوقعة وبالتالي تخطيط المدفوعات وسياسات الائتمان وتوقيت الاضافات الرأسمالية واحتياجات القروض وغيرها .

ب - الموازنة التقديرية للنفقات الرأسمالية :

وهي تمثل قائمة رسمية بالخطط المعتمدة للحصول على الأصول الانتاجية ، وتختلف الموازنة التقديرية للنفقات الرأسمالية عن خطط الأرباح والموازنات الجارية في أن الأولى توضع على أساس التنبؤات طويلة الأجل ، المبيعات والانتاج . كما أنه يتم اعتماد الأموال المتاحة سنوياً .

ج - القائمة التقديرية للمركز المالي :

وتمثل قائمة تقديرية لموارد المنشأة واستخداماتها في نهاية فترة الموازنة ، وقد تسمى الميزانية العمومية المتوقعة ، وهي التي تنعكس فيها آثار العلاقات المتداخلة لحطة الأرباح والقرارات التي اتخذت على الأصول والخصوم .

٢-٣ . الموازنات التقديرية الثابتة والموازنات التقديرية المرنة :

قد تعد الموازنات التقديرية وتوجه نحو تحقيق مستوى معين واحد للنشاط ، وتسمى فى هذه الحالة الموازنة التقديرية الثابتة أو الساكنة Fixed or Static Budget ، وتلائم هذه الموازنة النشاط فى البيئات التى يمكن أن تكون قابلة للتنبؤات الدقيقة . غير أنه بالنسبة لكثير من المنشآت لا يمكن التنبؤ بدقة بالأنشطة المستقبلية ، ويرجع ذلك لطبيعة الظروف المحيطة والتى تتقلب بحدّة من فترة لأخرى ، ولمثل هذه المنشآت تكون الموازنات الثابتة ذات منفعة محدودة ، وقد يكمن الضعف الرئيسى فى عدم قدرتها على توضيح الاختلافات المحتملة للتقديرات المختلفة المستخدمة فى الموازنة .

وقد يتم تقدير التكاليف عند عدة مستويات للنشاط وهذا ما تنطوى عليه الموازنة التقديرية المرنة Flexible Budget . ويغترص الموازنات المرنة تغيير تكاليف العمل والمواد والمهمات المستخدمة فى الإنتاج تبعاً للتغيرات فى حجم النشاط . وتقيد الموازنة التقديرية المرنة معيدة فى أعراس الرقابة ، كما أنها نافعة لأغراض التخطيط لاسيما فى بيئة غير مؤكدة . وتتوفّر دقة الموازنة التقديرية المرنة على التعرف الصحيح على العلاقات بين التكاليف وأحجام الإنتاج .

نماذج للموازنة التقديرية المرنة : (١)

لا توضح الموازنات التقديرية الثابتة المدى الموثوق به لتقديرات التكاليف ، ومع أن الموازنات التقديرية المرنة توضح تقديرات التكاليف عند عدة مستويات لحجم النشاط ، فإنها لا تأخذ فى الاعتبار وبوضوح احتمال انجاز حجم معين أو تكلفته . وقد تعدل الموازنة التقديرية المرنة لتتضمن التقدير الأكثر احتمالاً أو التقدير المتغائل أو التقدير الممتشائم . ويمكن إعادة تشكيل المعلومات الناتجة فى نوع من الموازنات التقديرية المرنة . وهى "الموازنة التقديرية المرنة المعدلة Modified Flexible Budget" وتوضح هذه الموازنة مدى التكاليف والإيرادات التى تتوقعها الإدارة فى ظل أكثر الظروف ملائمة أو أقلها ، بالإضافة الى النتائج المتوقعة مع الظروف الأكثر احتمالاً .

(1) Ronald M. Copeland and Paul E. Dascher, Managerial Accounting (N.Y.: John Wiley & Sons, Inc., 1978).

ومع أن الموازنة التقديرية المبرنة المعدلة تتضمن معلومات تفوق ما تتضمنه الموازنه التقديرية المبرنة التقليدية ، فانها لاتأخذ بوضوح الاحتمال النسبى لتحقيق حجم معين من النشاط او تكاليفه . وعلى سبيل المثال فان احتمالات التقديرات الدقيقة للتكاليف الثابتة الملزمة تكون أعلى من مثيلتها للتكاليف المتغيرة ، ويرجع ذلك لزيادة عدم التأكد المرتبط بالتكاليف المتغيرة . وقد يكمن الحل فى "الموازنات التقديرية الاحتمالية" Probabilistic وهذه تأخذ فى الاعتبار احتمالات حدوث أى عنصر فيها .

٤- فترة الموازنة التقديرية :

تعد الموازنات التقديرية التشغيلية عادة لتغطى فترة سنة واحدة ، وتقابل فترة هذه السنة مع السنة المالية التى تتبعها المنشأة حتى يمكن القيام بالمعارفات بـيين الارقام التقديرية للموازنة والنتائج الفعلية . ويقوم كثير من المنشآت بتقسيم سنة الموازنة التقديرية الى اربعة فترات كل منها ثلاثة شهور ، ثم يقسم الربع الاول الى شهور الثلاثة ثم تحدد الارقام التقديرية للعناصر لكل من هذه الاشهر مما يساعد على اعداد تقديرات دقيقة . وتظهر الثلاثة أرباع الاخيرة على اساس اجمالى لكل منها . وحينئذ يبدأ السنة يتم تحليل ارقام الثلاثة شهور الثانية على أساس كل شهر ، ثم الربع الثالث وهكذا . ويسمح هذا المدخل باجراء مراجعة ثابتة وتقييم مستمر لبيانات الموازنة التقديرية .

وفى تعدد الموازنة التقديرية على أساس مستمر ، وهذه الموازنة تغطى فترة اثنتى عشر شهرا ، ولكنه يتم اضافة شهر جديد بعد انتهاء الشهر الحالى ، ويسمح هذا الاسلوب بالمراجعة الدورية علاوة على أنه يأخذ فى الاعتبار فترة تخطيط تغطى سنة كاملة . ولهذا فهو يساعد على استقرار المدى التخطيطى ، وفى هذه الحالة فانها تسمى الموازنة التقديرية المتحركة

وتعد الموازنات التقديرية الرأسمالية لتغطى مديات زمنية طويلة . قد تصل لأكثر من عشرين عاما . وعند اعداد الموازنة قد تكون معلومات السنوات الاخيرة عادة غسيرة دقيقة ولكن هدفها هو التأكد من توافر الأموال اللازمة لكل مراحل التنفيذ عند الحاجة اليها ، ومرار الزمن تتاح المعلومات المؤكدة عن تكاليف المراحل قبل تنفيذها كما أن الادارة تعارس التخطيط بالنسبة للانفاق الرأسمالى والموارد اللازمة لمقابلته . وبدون هذا النوع من التخطيط طويل الاجل والمستمر ، قد تناجأ الادارة بالحاجة الماسة الى شراء الآلات ومعدات أو سداد مبالغ دون ان تكون الأموال المتاحة كافية لمقابلتها .

الجدول الزمني لاعداد الموازنة :

تتأثر معظم عناصر الموازنة التقديرية التشغيلية بالقرارات أو التقديرات التي تتعلق بالعناصر الاخرى ، وعلى سبيل المثال فإنها جميعا تتأثر بقرارات حجم المبيعات المخطط ومستويات المخزون . وتتأثر الموازنة التقديرية لمشتريات المواد الاولية بحجم الانتاج المخطط وقرارات مستوى مخزون المواد الاولية . ولذلك فانه يجب ان يعد جدولا زمنيا يحدد بعناية نظام اعداد العناصر المختلفة للموازنة التقديرية التشغيلية والتوقيت الزمني لاكمال كل منها . وبصفة عامة تتبع الخطوات التالية :

- ١- وضع الخطوط المرشدة لاعداد الموازنة التقديرية .
- ٢- اعداد الموازنة التقديرية للمبيعات .
- ٣- اعداد الموازنات التقديرية الاخرى .
- ٤- تنسيق ومراجعة الموازنات المختلفة .
- ٥- اعتماد الموازنة وتوصيلها الى المسؤولين عند تنفيذها .

٥- ادارة الموازنة التقديرية :

تعد الادارة القائمة الاولية بالاهداف العامة ويتم تفسيرها في صورة اهداف فرعية محددة بحسب أوجه النشاط الجارى للوحدات الفرعية ، ويعد كل قسم فرعى أو مركز تكلفة خطة الموازنة التقديرية ، وهذه تصبح أجزاء من خطط الموازنات التقديرية لمصانع المنشأة وأقسامها الرئيسية . وعندما تكتمل عملية الموازنة التقديرية فان ارقامها تصبح اساسا لاجراءات رقابة التكاليف ، وقياس الاداء ، وتقييم النتائج واسترجاع المعلومات الى الخلف . ولكي يتحقق هذا النشاط الهام فان مسئولية الموازنة التقديرية تسند عادة الى مدير الموازنة الذي يكون في موقع استشاري كما أنه مسئول عن متابعة الموازنة بالارتباط الوثيق مع المديرين والمشرفين والاختصاصيين المتخصصين . ويفضل اعداد دليل لاجراءات الموازنة والعمل المرتبط بها ، بهدف عدم تأثر العملية بدرجة كبيرة نتيجة التغير في الافراد .

ومن أهم المخرجات الرئيسية لعملية الموازنة التقديرية ذلك التقرير الذي يرسل الى رؤساء الاقسام ملخصا للنتائج الفعلية ، وقد تساعد المعلومات التي تتضمنها هذه التقارير في اعداد المدخلات اللازمة للموازنات المستقبلية .

٦ - علاقة الموازنة التقديرية بوظائف الإدارة :

٦-١ . الموازنه التقديرية والتخطيط :

ينطوى التخطيط على تحديد الاهداف الفرعية والتعرف الصحيح على مناخ السوق ، والتأثير أو رد الفعل تجاه البيئة التي تعمل فيها المنشأة . كما أن التخطيط ويتضمن استخدام الاساليب والاجراءات حيثما تعد الخطط وتقيم وتعتد ، وهو طريقة موضوعية لتجميع وتحليل وتفسير الحقائق وتركيبها في برامج معينة تهدف لنمو المنشأة ، كما أن التخطيط يكون حركيا وليس ساكنا ، ولذا تتم مراجعة الخطط كلما تطلبت الظروف الواقعية .

ويبدأ التخطيط بمحاولة التنبؤ بالبيئة الخارجية مع تكييف المنشأة داخليا لتحصل على أقصى المزايا في الفرص الخارجية ، وهو عملية مستمرة لان البيئة الخارجية غير مؤكدة ، ويمكن أن تتأثر أو تتغير بعدد من القوى المختلفة ، ويزداد تعقد عملية التخطيط بصعوبة التنبؤ بردود الفعل بين ادارات الاقسام ، ومدى تعاونها ، وكيفية تحقيق الاتصال مع الادارة العليا ، ومعرفة النتائج المتوقعة من القوى العاملة ، ويعتبر التكيف مع هذه الظروف وسيلة لتحقيق الكفاءة والنجاح .

ويتضمن التخطيط التوجيه والارشاد ويركز عادة على الادارة العليا ، فهي التي تستطيع تحديد السياسات والاهداف وتشرف على طريقة توصيلها الى بقية أفسر المنظمة . كما تحدد الظروف الخارجية المتوقعة والاسس التي تستخدم في التخطيط والاتجاهات التي تؤخذ في الاعتبار عند اعداد البرامج الداخلية . كما تقوم الادارة العليا بمراجعة الخطط المقترحة وحل المشاكل الناتجة من تعارض أهداف مد يبرى الاقسام ، وتقرر التعديلات وتعتمد الخطط النهائية . وعند ما يتم اعداد هذه الخطط وتراجع وتعتمد فان المراقب العالي يقوم بترجمة الآثار المالية لها على القائمة التقديرية للدخل ، والميزانية العمومية المتوقعة ، وتنبؤات رأس المال العامل النقدية والموازنة التقديرية والرأسمالية .

وتعتبر خطة الأرباح المتوقعة (خطة النشاط الجارى) اساسا لاعداد الموازنة

التقديرية الرأسمالية ، كما يمكن تحويلها الى الموازنة النقدية ، وعلى ضوء الموارد من الافتراض يمكن تحديد المدى المسموح به للانعاق على البرامج الرأسمالية ، وتصبح الموازنة التقديرية الرأسمالية بذلك عملية التعرف على واختيار المشروعات المقترحة التي تحقق أعظم منفعة للمنشأة ، وبذلك تكتمل الدورة التخطيطية .
ولا يمكن ان يكون التخطيط عملية ساكنة ، وحيث يتقدم العمل على اساس الموازنة التقديرية لفترة ملائمة ، فان خططا جديدة يتم اعدادها اذا ما أدت الظروف المتغيرة الى تقادم الخطط الاصلية . ويساعد ذلك في أن تصبح عملية التخطيط واقعية خلال البيئة السائدة .

ويحتاج التخطيط الى أشكال كثيرة ومختلفة من المقاييس لا غرض التنبؤ ولتحويل الاهداف العينية الى اهداف مالية . وتطبق هذه المقاييس لكل الانشطة لان نتيجة عملية التخطيط تتمثل في ربح مستهدف وبرنامج موازنة رأسمالية ، وينطوي ذلك على تعبير عن الموافقة على استخدام موارد المنشأة لتعظيم الافادة من الفرص الخارجية المتوقعة .

٦-٢ . الموازنة التقديرية والرقابة :

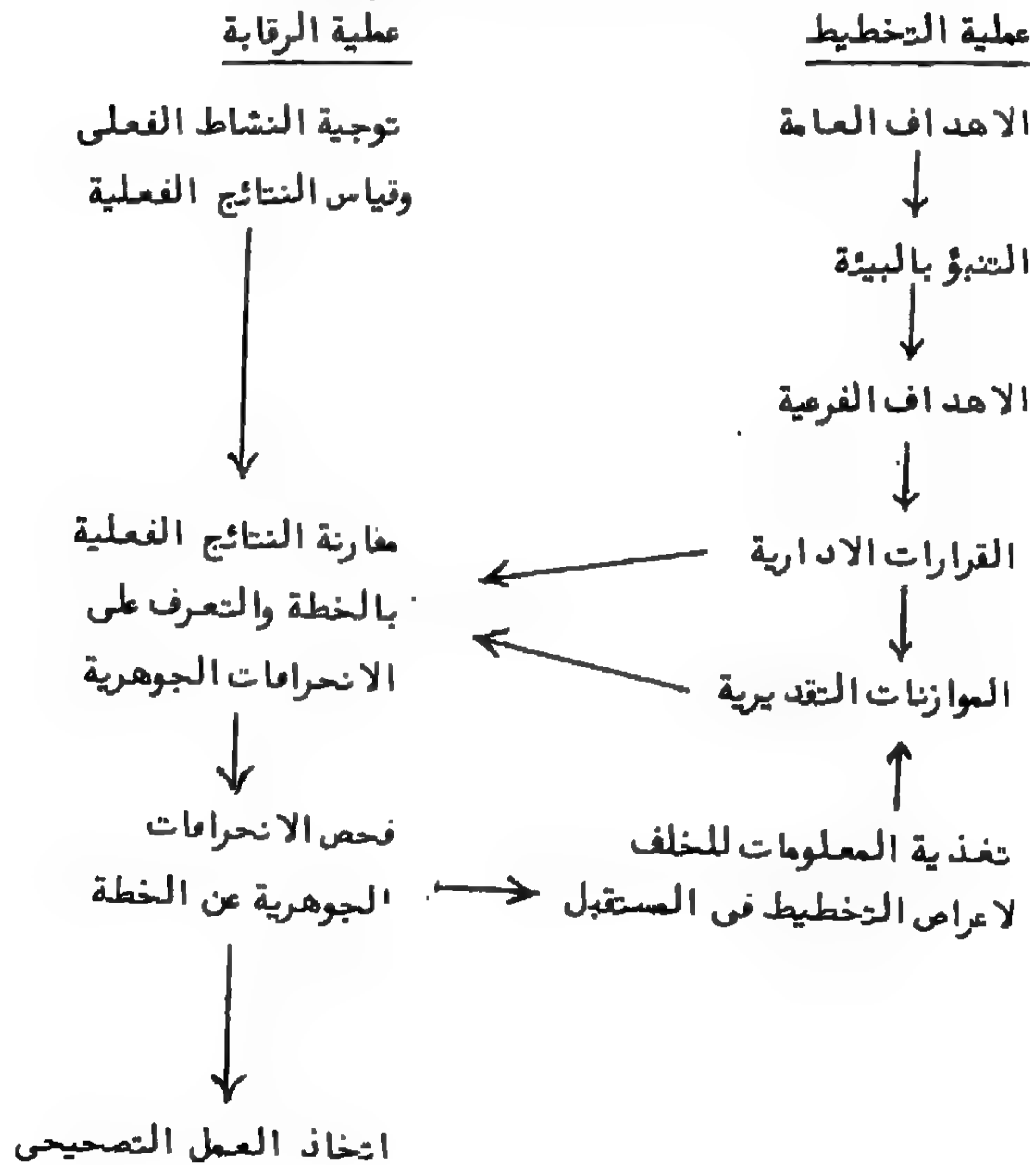
تنطوي الرقابة على الجهد الموجه لمتابعة الخطة حتى يمكن معرفة مدى تحقق الاهداف الكلية للمنظمة . وتتطلب درجة معينة من القبول خلال المنشأة كما تتطلب تكامل عمليات متنوعة . وهي تتعلق ليس بما يجري داخل المنشأة فحسب ، بل أيضا مع بيئتها الخارجية . وتتضمن استخدام أساليب استرجاع المعلومات الى المخططيين لمقارنة النتائج الفعلية بالخطط الاصلية ، وبالنتائج التي يجب أن تتحقق في ظل ظروف التشغيل الفعلي . وتوجد مؤشرات لكفاءة أداء عملية أو وظيفة معينة، وتتضمن هذه معايير العمل ، معدلات التشغيل ، واحتياجات المواد والنماذج الرياضية وغيرها .

ويتضمن تدفق معلومات الموازنة التقديرية - الى حد كبير - هذه المؤشرات

لتصبح جزءاً من الموازنة التقديرية ، كما أنها تستخدم كأدوات مياس تهدف للتعرف على مجالات الاداء غير الكفء .

وتعتبر تقارير الرقابة عن طريق الموازنات التقديرية أداة لاسترجاع المعلومات الى الخلف ، وتهدف الى اعلام المستويات الادارية المختلفة بنتائج مقارنة الاداء الفعلى بالخطط وما يدل عليه من مستويات الكفاءة . وعلى ضوءها يتم التركيز على مناطق المشاكل واجراء التصحيح اللازم ، فهي تتضمن الانحرافات والمسئولية عنها .

علاقة الموازنات التقديرية بالتخطيط والرقابة



٣-٦ • الموازنة التقديرية والاتصال :

تتضمن العملية الادارية فى المنشأة تعقيدات كثيرة ، لانها تنطوى على انجاز اهداف بواسطة الافراد وخلال ظروف بيئية متغيرة ، وتعتمد ممارسة الادارة على توصيل الاهداف والخطط والبرامج لكل الافراد المؤثرين على عمليات المنشأة . وتتطلب الحوار بين المدير والمشرِف حتى يمكن فهم المعايير المطبقة فى اعداد البرامج المستمدة بواسطة هؤلاء المسئولين عن تنفيذها . وتعتبر قيمة فرصة الحوار هذه كافية لايبرير عملية الموازنات التقديرية .

وتبدأ عملية الاتصال بتشكيل الاهداف طويلة الاجل والاهداف متوسطة الاجل ، ويعبر عن هذه الاهداف بمقدار السلع او الخدمات التى تقدمها المنشأة ، ونصيهاا من السوق ، السياسات تجاه العملاء والعاملين ، والخطط المرشدة العامة فى استخدام الموارد . ويمكن توصيل هذه الاهداف خلال الاتصالات الرسمية وغير الرسمية ، وتكون هذه المعلومات مطلوبة لاعداد الخطط المفصلة للنشاط الجارى ، وخطط النشاط الجارى المفصلة لتحقيق النتائج المرغوبة . وتساهم الافكار والمفاهيم والداخل المقترحة للمسئولين عن الاقسام فى اعداد خطة العمل المقترحة للقسم .

وتراجع الخطط والنتائج المالية فى مقابلات عديدة وهامة بين المسئولين عن الانشطة المختلفة ، وتستمر عملية المراجعة والتعديل حتى تقبل برامج النشاط الجارى والاستثمارى .

٤-٦ • الموازنات التقديرية والتنسيق :

قد يحدث التعارف بين الاهداف الفرعية سواء بين مدبرى الاقسام ، أو رؤساء الوحدات داخل القسم الواحد ، وساهم اللقاءات التى تتم فى مراحل اعداد الموازنة الى إزالة التعارض بين الاهداف الفرعية ، ثم تنسيقها فى اطار الخطة المثلى من وجهة نظر المنشأة كوحدة . وتنطوى الموازنة التقديرية للمبيعات على التنبؤ بأشكال المنتجات الجديدة والاتجاهات التنافسية وتغيرات الحجم والسعر ، التغيرات فى مبيعات المناطق المختلفة ، كما أن لهذه الموازنة علاقة مباشرة بموازنات الترويج وبحوث السوق ، واخيرا فهى تعبر عن مستوى النشاط الكلى للمنشأة .

وتقدم موازنة المبيعات أساسا لاعداد موازنات مخزون السلع الجاهزة ، وتتأثر هذه الموازنة بالاحتياجات اللازمة لمقابلة اهداف المبيعات وبالمستوى الأمثل لحجم المخزون ، حيث يعدل الأخير على ضوء المزايا النسبية لمعدلات الانتاج . ويعتمد على معلومات حجم ومستلزمات الانتاج لاعداد الموازنات التقديرية للمواد الأولية والعمل المباشر .

وترتبط الموازنات التقديرية للمصروفات الاضافية بالمستويات المختلفة من النشاط ، كما يتم احتساب عناصرها على أساس مسلك عناصر التكاليف ومستوى النشاط .

٧- الجوانب السلوكية في الموازنات التقديرية :

اتضح لنا مما سبق ان الموازنات التقديرية أداة تخطيطية فعالة فهي تعبر عن المخرجات المتوقعة للأنشطة المستقبلية ، ولا يكتفى بالطبع أن نعد الموازنة التقديرية ، بل يجب أن تتبع في التنفيذ حتى تتحقق الاهداف . وتقدم الموازنة التقديرية أساسا للرقابة بما تتضمنه من تحديد للاهداف ومعايير لقياس الانجاز ، كما انها تساهم في توصيل الاهداف الى المستويات المختلفة في المنظمة وبمستوى الدرجة توصيل للإدارة العليا المشاكل والقيود المرتبطة بالتنفيذ . وعلاوة على ذلك فان الاعداد الصحيحة للموازنة يؤدي الى تحقيق التنسيق وجعلها أداة للتحفيز . وقد بدأ الاهتمام بدور الموازنات التقديرية كأداة لرقابة التكاليف ، حيث تعتمد رقابة التكاليف على المقارنة بين النتائج الفعلية والموازنات التقديرية التي تعبر عن الاهداف المخططة للفترة المعنية . وخلال مراحل تطور الموازنات التقديرية تم التركيز على تطوير اساليب تحليل الانحرافات بهدف زيادة قدرة الادارة على ممارسة دورها في رقابة الانفاق ، ودعم هذا الاتجاه زيادة درجة اللامركزية في المنشأة وتطبيق مفاهيم مراكز التكلفة والاهتمام بالرقابة على الموارد .

وقد ساد الاعتقاد انه كلما زادت الادارة من تطبيق الاساليب الجديدة للرقابة وتطويرها زاد احتمال تحقيق النجاح في رقابة التكاليف وانعكس ذلك على زيادة كفاءة الادارة . واذا ادركنا ارتباط عملية الموازنة التقديرية بالمستويات المختلفة في المنظمات ،

وأيضاً بالافراد داخل المستوى الواحد ، فيجب أن لامنتوقع تحقيق النتائج المرغوبة بالاكتمال بتطبيق الاساليب ، وعلينا ان نأخذ في الاعتبار اضافة بعد جديد وهو العوامل المحفزة للسلوك الانساني . ولاشك ان اهتمام الادارة بالمقاييس التقليدية للايرادات والمصروفات والارباح وأنحرفات التكاليف والمخرجات قد تؤدي للمكاسب الاقتصادية في المدى القصير على حساب الاهداف الطويلة الأجل . أيضاً فان الاخفاق في التعصرف على آثار اساليب الرقابة قد يؤدي إلى آثار سلبية على الروح المعنوية والولاء والثقة بين العاملين .

ونتناول فيما يلي بعض المشاكل السلوكية المرتبطة بالموازنة التعددية :

١- مشكلة التعارض بين وظائف الموازنة :

كما أن وظائف الادارة واضحة من ناحية ، فانها من الناحية الاخرى عديدة مما يؤدي للتعارض ، وأهم مظاهر التعارض بين التخطيط والتحفيز ، بين التحفيز والتقييم وتوضح تقديرات الموازنة على أساس النتائج الأكثر احتمالاً باعتبارها تقديراً للأعمال المستقبلية ، وإذا أعدت كذلك فقد تنطوي على بعض الحوافز . وإذا قادت قيمة التقديرات بدرجة كبيرة بهدف زيادة الاداء ، فان هناك خطر في أن الاداء يكون دائماً الاهداف وقد يكون استخدام موارد المنظمة أقل مما ينبغي ولذلك أثره على الربحية وعند ما يتقبل الأفراد الموازنة على أنها غير قابلة للتحقيق فإنهم لا يستخدمونها وبالتالي لا يكون لها دوراً محفزاً . يظهر التعارض بين التحفيز والتقييم عند ما ينظر إلى الموازنة باعتبارها معايير ثابتة يقيم على أساسها الاداء ، وأن المسؤولين سوف يبذلون جهداً كادحاً لتحقيق أهدافها اذا علموا مقدماً الآثار السلبية لاختلافهم . وعلى كل حال لاغراض التقييم يجب أن تكون اهداف الموازنة التقديرية قابلة للتحقق وممكنة فسيظل الظروف السائدة . وقد يترتب على ذلك تعديل بعض المعايير بتخفيض قيمتها عند الانجاز بدعوى أن هناك ظروف خارجة عن رقابة المسئول . وفي هذه الحالة يكشف المسئولون أسلوباً لتخفيض تقديرات الموازنة في وقت التقييم ، وعلى ذلك لا يمكن القول

أنهم ملتزمون تماماً بتحقيق أهداف الموازنة .

ولكى يكون للموازنات دورها فى المفارقة فيجب أن تتبع نفس الأسس ففى تجميع البيانات وتحليلها وتلخيصها والتفريغ عنها . ويمكن أن يترك لمدبرى الوحدات الفرعية أعداد التنبؤات لأنهم ملازمون لصادر هذه البيانات ، وهم مستمرون فى تحمل مسئولية تنفيذ الموازنة . وتخلق عملية تجميع مختلف البيانات من أسفل الى أعلى حافزاً للحصول على بيانات أكثر دقة . وعلاوة على ذلك ، فإن هذا المدخل بجانب ما يقدمه من تدعيم لعملية المشاركة فى وضع الخطط ، فإنه يؤدى لزيادة التزام مدبرى الوحدات الفرعية بأهداف الموازنة ، ونتيجة هذا أن يصبح دور الموازنة فى التحفيز والتقييم أكثر فاعلية .

٢- بعض المشاكل المرتبطة بسلوك الافراد :

نتناول فيما يلى مجموعة من المشاكل السلوكية التى ترتبط بنظرة الافراد للموازنة التقديرية :

أ- قد يشعر الرؤوسون أن الموازنات التقديرية قد دعت لارغامهم على مستويات أدنى معين ، ومن ثم فإنهم يتشككون فى مقاييس الأداء التى تنطوى عليها الموازنة .

ب- يشعر البعض أن أعداد الموازنات التقديرية يحد من دورهم القيادى ولذلك لا يرحبون بها .

ج- عند ما يشعر رئيس قسم ما أن الموازنة التقديرية تمثل تعدياً على سلطته بتجديس قدرته على استخدام الموارد وجدولة العمل والمواد ، فإنه يقدم معلومات مضللة فى مرحلة أعداد الموازنة وعند ما تصل اليه لا يستخدمونها .

د- عند ما يشعر المشرفون بضغط كبير بقبول الالتزام بأهداف الموازنة، فإن ذلك قد يؤدى الى محاولة التنصل من المسئوليات باللقاء بعضها على الاقسام الاخرى، و أحياناً اشارة التساؤلات حول مدى صحة بيانات الموازنة التقديرية .

هـ- اجراء المقارنات بين اداء الاقسام بصورة غير صحيحة ، مثل التغاضى عن اثر المتداخل بين الاقسام والاقتصاديات المرتبطة به ، مما يوجد الاحتكاك بين المشرفين وبعضهم أو بينهم وبين المحاسبين .

و- يشعر بعض الافراد ان ربط آدائهم بالموازنة التقديرية يحرمهم من ابراز قدراتهم
التي يؤمنون أنها خلاقة .

ولكى تكون الموازنات التقديرية اداة فعالة فيجب أن تدعمها الادارة العليا
لتصبح اداة ايجابية لمساعدة المنشأة فى اعداد المعايير لقياس النتائج ، وان يكون
العمل نحو الاهداف القصيرة الأجل والطويلة الأجل . ولعله من الافضل ان تبين
الادارة العليا فكرة الموازنة التقديرية للمستويات المختلفة فى المنظمة خلال فترة ملائمة
من الزمن . ولاشك أن من أهم عوامل النجاح أن يشعر العاملون أن الموازنة مصممة
للمساعدة فى تحقيق أهدافهم . وأهداف المنشأة معا ، ذلك لان اتجاهات الافراد
فى المستويات الادارية المختلفة بالنسبة للموازنة سوف يكون الى حد كبير انعكاسا
لاتجاههم نحو الادارة العليا ، وانعكاسا أيضا للطريقة التى تستخدم بها الادارة
بيانات الموازنة التقديرية. ومن ناحية أخرى فان الالتزام المتضمنه اهدافا خاصة يكون
أسهل .

ويجب ان تستجيب الادارة للآراء الرشيدة التى يبديها المسئولون . وعلى سبيل
المثال ، عندما يطلب المسئول تعديل بعض تقديرات الموازنة مع تقديم مبرر مقبول مثل
عدم قدرة العمال على الانتاج ، فان الادارة الناجحة تعدل أهدافها فى مثل هذه
الظروف ولو أدى ذلك لتعديلات أخرى .
وانا اوضح مدير قسم أن قدرات عماله تفوق الاهداف الموضوعة له ، فان اهمال ملاحظته
قد يؤدي الى عدم الاستخدام الامثل لمورد هام ، وقد تزيد نسبة الغياب بين هؤلاء
العمال مؤدية لمضاعفات أخرى .

وقد تكون عملية المشاركة فى اعداد الموازنات التقديرية علاجا لكثير فى المشاكل
السلوكية المرتبطة بها . وتتبنى هذه العملية على أنه اذا تم المشاركة فى وضع أهداف
ومستويات الانجاز والتضحيات اللازمة لتحقيقها فان المشاركين فى اعدادها سيقبلون
يقبلونها باعتبارها أهدافهم . ويجب أن يشعر الافراد ان آراءهم مطلوبة وان عليهم
أن يقدموا معرفتهم وخبرتهم . وقد يكون من الممكن أن تتم المشاركة على مستوى جميع

العاملين في المنشأة ، ويترتب على ذلك أنهم ينضمون معا لتحقيق الاهداف السنوية
شاركوا في أرسائها •

ويعطى الاسلوب للأفراد الفرصة لاختبار قدرتهم وحرية اختيارهم ، كذلك
يمكن ان تتضمن عملية الموازنة دراسة الظروف الداخلية للمنظمة بجانب الظروف البيئية
الخارجية • وقد يعاب على هذا الاسلوب تشعب المناقشات وما قد يحدث من تأخير
وأحيانا تبرز اختلافات يصعب التغلب عليها • ويجب التعرف الادارة على الاهداف
ومستويات الانجاز التي يمكن تطبيق أسلوب المشاركة في صياغتها • ويجب أن نهتم
بالحوافز الايجابية التي ينتج من الرغبة في الاعمال التي تقدم فرصا للتحدى والاستمتاع
بها • أو التعلم منها أو التقدم •

٩- استعراض نماذج الموازنات التقديرية للنشاط الجارى :

٩-١ • الموازنة التقديرية للمبيعات :

يبدأ نظام الموازنات التقديرية بتقدير المخرجات المطلوبة في المشروع ، والتي تقاس
بالسلع والخدمات التي سيتم بيعها • ويتم تحديد المبيعات على أساس ما يستوعبه
السوق أى الطلب وما تسمح به الطاقة الانتاجية والموارد الأخرى أى العرض ويستخدم
التنبؤ لتقدير حجم المبيعات المحتملة ، ويسترشد بعدد من العوامل مثل الخبرة
الماضية عن أحجام المبيعات ، سياسة التسعير ، وبحوث التسويق ، الظروف
الاقتصادية للصناعة ، والمؤشرات الاقتصادية والترويج والمنافسة ونصيب المنشأة في السوق

وعادة ما تكون المعلومات المتاحة لدى المنشأة جزئية وعليها أن تتجه الى البحوث
التسويقية للحصول على بيانات السوق • ويختلف التنبؤ بالمبيعات عن الموازنة التقديرية
للمبيعات ، حيث لا يمثل التنبؤ سوى تعبير عن عوامل لا تقترن بعمل إيجابي ، وعلى العكس
فان الموازنة التقديرية للمبيعات قد تظهر زيادة جوهرية مخططة في المبيعات ، تعكس
غرض الادارة في اضافة عدد من رجال البيع وزيادة نشاط الاعلان وترويج المبيعات وأن

تضيف الى أو تعدل تصميم المنتج .

ويقترن اعداد الموازنة التقديرية للمبيعات باعداد موازنة تقديرية للمصروفات البيعية ، ذلك لان حجم وطبيعة الجهود الموجهة لتحقيق اهداف المبيعات تنعكس في الموازنة التقديرية للمصروفات البيعية .

٩-١-١ التنبؤ بالمبيعات :

يجب أن يبدأ نظام الموازنات التقديرية بتقدير المخرجات المطلوبة في المنشأة وتقاس المخرجات بمبيعات السلع والخدمات وهي عبارة عن توليفة تمثل ما يمكن أن يستوعبه السوق (الطلب) ، وما يمكن أن تسمح به طاقة المنشأة وهيكل تكاليفها (العرض) ويمكن الحصول على تقديرات المبيعات أو اعداد منحني الطلب لتقدير المبيعات المحتملة .

وتعتمد مبيعات منشأة ما على عوامل كثيرة ، وغالبا ما يتم التركيز على عامل السعر وقد تكون بعض العوامل غير السعرية مثل خدمات العملاء والترويج لها آثار تفوق أثر السعر . وفي الواقع فان كل منشأة يجب أن تعرف أثر العوامل الثلاثة على مبيعات المنتج متضمنة أثر السعر والترويج والخدمات الى العملاء . وغالبا نجد ان لدى المنشأة معلومات جزئية فقط ولهذا نستعين ببحوث السوق . ويمكن استخدام مدخلين : الاول المدخل الكلي ويعتمد على اعداد نموذج للتنبؤ بالحجم الكلي للمبيعات ، والثاني هو المدخل الجزئي حيث يتم التنبؤ بالمبيعات على اساس المنتجات أو العملاء أو المناطق أو رجال البيع ثم تجمع هذه التقديرات الفردية في اطار شامل . ونتناول كليهما فيما يلي .

أ- المدخل الكلي :

عندما تكون المنشأة محظوظة فانه يكون لديها صورة لمنحني الطلب على سلعها ومعرفة بهيكل التكاليف الخاصة بها . ومن الصعب اعداد منحني الطلب ان لم يكن مستحيلا من الناحية العملية . ونادرا ما يكون لدى المنشأة معرفة موثوق بها سوى لجزء ضئيل جدا من منحني الطلب . وتعتبر بحوث التسويق احدى الوسائل لا اعداد المعلومات عن السوق حتى يمكن رسم صورة لمنحني الطلب .

وتتضمن بعض الطرق الأخرى اعداد نموذج رياضى يصف العلاقات بين المتغيرات الملائمة ومبيعات المنشأة . وقد يستخدم تحليل الانحدار البسيط لقياس العلاقة بين مبيعات المنشأة باعتبارها المتغير التابع ، وأحد المتغيرات الأخرى الملائمة التى تعتمد عليها المبيعات ، والتى تمثل المتغير المستقل . وفى الواقع فإن المتغير المستقل سوف يسبق التغيرات فى المبيعات ، كما يمكن الاعتماد على تحليل الانحدار لتقدير المبيعات المتوقعة فى الفترة المقبلة على ضوء تغيرات العامل المستقل فى الفترة الحالية .

وعند ما تتأثر المبيعات بأكثر من متغير فإنه يستخدم تحليل الانحدار المتعدد ، الذى يقدم فى صورة رياضية العلاقات بين المبيعات والمتغيرات العديدة . وفى بعض الأحيان يكون من الممكن أن نعبر جبرياً عن منحنى الطلب ، ويتوقف ذلك بطبيعة الحال على حجم ونوع المعلومات المتاحة ، وسوف نستعرض نموذجين :

النموذج الاول : قد تتخذ دالة الطلب شكل العلاقة المبسطة التالية :

$$S = Y - bK$$

حيث :

S : سعر بيع الوحدة

، K : عدد الوحدات المباعة فى كل فترة .

، Y : ثابت تتضمن كل العوامل التى تدخل فى تحديد شكل منحنى الطلب .

ب : وزن يعبر عن أهمية السعر بالنسبة لعدد الوحدات التى يمكن بيعها .

النموذج الأول :

بمراعاة التعريفات السابقة افترض أن دالة منحنى الطلب على مبيعات منشأة ما من

منتج معين تأخذ الشكل التالى :

$$S = 100 - \frac{1}{4}K$$

يمكن تحديد الإيرادات الكلية على أساس : السعر \times الكمية

$$\text{الإيرادات} = K \times S$$

$$= K (100 - \frac{1}{4}K)$$

الايادات = ١٠٠ ك - ١/٤ ك^٢

ومن هذه المعادلة يمكن اعداد جدول الايادات الكلية المتوقعة عند الاحجام المختلفة أو الكميات التي يمكن بيعها .
على سبيل المثال ، افترض أننا مهتمون بفحص أحجام المبيعات التي يمكن أن تحققها الشركة في المثال السابق ، فانه يمكن تحديد ها بالاعتماد على العلاقات السابقة كما يلي :

الايادات الكلية عند الاحجام المختلفة من المبيعات

$$س = ١٠٠ - ١/٤ ك$$

الايادات الكلية (١٠٠ ك - ١/٤ ك) ^٢ جنيه	الكمية (وحدات)
١٥٠	١٠
٢٥٥٠	٣٠
٣٢٥٠	٥٠
٤٥٥٠	٧٠
٤٩٥٠	٩٠
٥٠٠٠	١٠٠
٤٨٠٠	١٢٠

ويتم بيع كل من الكميات المختلفة بسعر معين تحدده معادلة منحني الطلب ، فعند حجم مبيعات ٥٠ وحدة يمكن تحديد سعر بيع الوحدة على النحو التالي :

$$\text{معادلة منحني الطلب: } ١٠٠ - ١/٤ ك$$

$$س = ١٠٠ - ١/٤ \times ٥٠ = ٧٥ \text{ جنيه}$$

ولذلك فالايادات الكلية الناتجة :

$$٥٠ \text{ وحدة} \times ٧٥ \text{ جنيه} = ٣٧٥٠ \text{ جنيه}$$

ونحن هنا لا نقدم حلا شاملا لمشكلة تخطيط المبيعات ، ولكننا قريبين منها بدرجة أكبر، لأن الهدف هو بيع كمية الوحدات المحتمل أن تحقق أعلى الأرباح. وليس هذا الهدف مطابق

بالضرورة لتحقيق أعلى إيرادات .

النموذج الثانى : فى بعض الحالات نجد عدة عوامل تؤدي للتغيرات الجوهرية فى مبيعات السنوات المختلفة ، وفى هذه الحالة يلزم فصل أثر كل من هذه العوامل وتحديد اتجاه ومدى الاثر الذى يسببه كل عامل . والمثال التالى يوضح هذه الفكرة .

تمتلك إحدى المنشآت مصنعا لمواد البناء ، وقام المحاسب الادارى للمصنع بدراسة الطرق الممكنة للتنبؤ بالمبيعات ، وباستخدام الطرق الاحصائية أمكن تحديد المتغيرات الجوهرية المؤثرة فى حجم المبيعات على النحو التالى :

١- النمو. السنوى السكان فى منطقة البيع (ن س)

٢- النمو السنوى للدخل الفعال (م د)

٣- المساحة التى يخدمها منفذ التوزيع (ح ت)

والوزن أو الاهمية النسبية لها مقاسا بحجم مبيعات هو : أ ، ب ، ج . على التوالى .

٤- مقدار العامل الثابت الذى يمثل محصلة العوامل الاخرى المؤثرة فى الكمية المباعة
والتي لم يمكن التعرف عليها بوضوح : ث

وقد اتضح أن اثر العامل الثالث سالباً ، بينما ان اثر العوامل الاخرى موجباً وتظهر الدالة على النحو التالى :

$$ك = ث + أ ن س + ب م د ح ت$$

حيث : ك = الحجم المقدّر للمبيعات .

وتوضح المعادلة السابقة أنه تم استخدام النمو السكانى ، باعتباره مؤشراً لعدد المساكن الجديدة التى يتم بناؤها ، وقد يستخدم الأساس الاقليمى اذا ما أتاحت المعلومات . ويساعد هذا الاسلوب فى تخطيط توزيع المبيعات بين الاقاليم المختلفة

وفى هذا النوع من التنبؤ تم التعرف على محددات الكمية ثم الاهمية النسبية معبرا

عنها بالاوزان ، ومن الواضح أن هذه المعادلة تغفل آثار الجهود الترويجية المختلفة ، كما أنها تهمل عامل السعر فعلياً أن نتوقع أية مع زيادة السعر يقل حجم المبيعات .

وإذا اتاحت المعلومات التالية عن الشركة السابقة لعام ١٩٨٢

١- الأهمية النسبية لنمو السكان كنسبة في المبيعات المعدلة تتحدد على أساس (معدل النمو × نسبة التحرك للمساكن الجديدة) . ويبلغ معدل نمو السكان ٢٪ ويتحرك ما يعادل نصف الزيادة إلى مساكن جديدة .

٢- يتوقع زيادة دخل السكان بمقدار ٣ مليون جنيه خلال عام ١٩٨٢ . يوجه منها ٢٪ لبناء قري سياحية على الشواطئ .

٣- يخلق أحد منافذ التوزيع اعتباراً من نهاية أكتوبر ٨١ ، وتقوم الأربعة مناطق الباقية بتصرف مبيعات الشركة ، ويفقد ران تقل المبيعات بما يعادل ٢٠٠ جنيه عن كل كيلو متر يضاف لمنطقة الفرع من المنطقة الكلية البالغة ٥٠٠ كيلو متر مربع .

٤- بخلاف العوامل السابقة يتوقع أن تبلغ قيمة المبيعات التي لا تتأثر بأي من العوامل السابقة ٢٢٧٠٠٠ جنيه . وباستخدام الدالة السابق استعراضها والمعلومات السابقة يمكن تقدير المبيعات على النحو التالي :

$$\begin{aligned} \text{ك} &= \text{ث} + \text{أ} + \text{ن} + \text{س} + \text{ب} + \text{م} + \text{د} - \text{ج} - \text{ح} - \text{ت} \\ &= 227000 + 200 \times 100 + 5 \times \text{ك} + 3\% \times 3000000 - 90000 - 20000 \\ &= 227000 + 20000 + 5\text{ك} - 90000 - 20000 \\ &= 297000 = 5\text{ك} \\ \text{ك} &= \frac{297000 \times 100}{5} = 5940000 \text{ جنيه} \end{aligned}$$

** ويوجد مدخل كل آخر يمثل في نصيب المنشأة في سوق الصناعة أو الخدمة . وتصبح هذه التقديرات متاحة من خلال الهيئات الحكومية المتخصصة ، أو عن طريق الدراسات التي تعدها الجامعات ، أو الجمعيات التجارية أو الصناعية .

وفى بعض الحالات لا يمكن الحصول على تنبؤات مباشرة بالمبيعات ، غير أنه يكون من السهل اشتقاقها . وعلى سبيل المثال ، فان مبيعات كاتم الصوت السلازم للسيارات الجديدة يرتبط بعدد السيارات التى يتم انتاجها ، واذا تم التنبؤ بالمبيعات الكلية للسيارات ، فانه يمكن للمنشأة أن تقدر مبيعاتها نتيجة التنبؤ بنصيبها فى السوق . ومثال آخر ، اذا كانت مبيعات دوا معين بمعرفة إحدى الشركات تبلغ ١٠٪ من حجم السوق الكلى ، وأن كل انواع الدوا ترتبط بعلاقة ايجابية تعادل ١٪ من دخل الافراد القابل للانفاق ، فيمكن للمنشأة استخدام التنبؤات الحكومية للدخل الفردى القابل للانفاق لتقدير مبيعات الدوا المقدرونصيب الشركة فيها .

وفى بعض الصناعات توجد درجة قوية من العلاقات ، فلا يتحول العملاء من بائع لآخر لشراء العناصر المعينة . وفى هذه الحالة ، فان توزيع مبيعات السوق الكلى قد يكون مستقرا ، وتسترشد المنشأة فى هذه الحالة بمبيعاتها السابقة بعلاوة على دراسة نمو الحجم الكلى للسوق .

ب- المدخل الجزئى :

يعتبر رجال البيع فى المنشأة من المصادر المحتملة للمعلومات حول المبيعات المستقبلية، وتتنوع خبرة رجال البيع فبعضهم لديه معلومات محدودة وغيرهم متخصصون فنيون يتعرفون بصورة دقيقة على طبيعة احتياجات العملاء . وعن طريق العلاقات الطيبة مع العملاء يستطيع رجال البيع التعرف على السوق والتنبؤ بالمبيعات مع درجة عالية من الدقة . ويمكن اعداد التنبؤ بالمبيعات الكلية للمنشأة على أساس تجميع تقديرات رجال البيع وفقا للمناطق أو المنتجات ، غير أنها قد تمثل الاهداف الخاصة لرجال البيع أحد مصادر الضعف المحتملة فى هذه التنبؤات . والمثال على ذلك أنه اذا كانت التنبؤات تستخدم كمقاييس للاداء فقد يحاول رجل البيع وضع تقديرات منخفضة حتى يظهر نجاحه ومن ناحية أخرى ، قد لا يكون حجم المبيعات أساسا لقياس اداء رجل البيع وبالتالى فان تقديراته قد تعبر عن آماله دون تقدير موضوعى لظروف السوق . ولا يشترط أن تختار المنشأة إما المدخل الكلى أو المدخل الجزئى للتنبؤ بالمبيعات ، فيوجد الكثير من

المنشآت التي تستخدم المدخلين معا على الرغم من ملائمة كل منها لانواع معينة من المنتجات ، وذلك بهدف الوصول الى تنبؤات سليمة .

يفسوم التنبؤ بالايادات وتخطيطها على بيانات كمية . ويتم الاعتماد على المعلومات المحاسبية عن مبيعات السنوات السابقة وتبويبها على أساس العملاء أو المنتجات أو المناطق . ونظرا لوجود العوامل الخارجية التي لا تخضع لرقابة المنشأة ، فسان العوامل التي تحدد الايرادات أو تدخل في تخطيطها تتطلب استخدام البيانات غير المحاسبية والتي يتم الحصول عليها من خارج المنشأة .

٩-١-٢ اعداد الموازنة التقديرية للمبيعات :

بعد ان تناولنا التنبؤ بالمبيعات فاننا نقدم المثال التالي :

تقوم شركة النجاح بتطبيق نظام الموازنات التقديرية ، وتقوم الشركة بانتاج منتج وحيد يباع بسعر ٧٥ جنيه للوحدة ، كما يتم البيع في أربعة مناطق : أ ، ب ، ج ، د ونصيبها من مبيعات الشركة ٣٢٪ ، ٢٠٪ ، ٢٥٪ ، ٢٣٪ ، على التوالي .

وقد رت المبيعات الاجمالية لعام ١٩٨٢ بما يعادل ٦٠٠٠ وحدة موزعة بين الفترات الربع سنويه بنسبة ٢ : ٣ : ٤ : ٣ وفقا للترتيب الزمني .

نحدد نصيب كل فترة (ربع سنة) ثم نقوم بتوزيعه بحسب المناطق المختلفة على النحو التالي :

الربع الاول :

$$\begin{aligned} \text{حجم المبيعات خلال الربع الأول} &= 6000 \times \frac{1}{4} = 1500 \text{ وحدة} \\ \text{مبيعات المنطقة (أ)} &= 1500 \times 32\% = 480 \text{ وحدة} \\ \text{مبيعات المنطقة (ب)} &= 1500 \times 20\% = 300 \text{ وحدة} \\ \text{مبيعات منطقة (ج)} &= 1500 \times 25\% = 375 \text{ وحدة} \\ \text{مبيعات منطقة (د)} &= 1500 \times 23\% = 345 \text{ وحدة} \end{aligned}$$

ويمكن اجراء نفس العملية بالنسبة لكل فترة وسوف نحصل في النهاية على الميزانية التقديرية للمبيعات على أساس الحجم على النحو التالي :

شركة النجاح

الموازنة التقديرية للمبيعات لعام ١٩٨٢ (وحدة)

المنطقة :	أ	ب	ج	د	اجمالى
ربيع السنة :					
الأول	٣٢٠	٢٠٠	٢٥٠	٢٣٠	١٠٠٠
الثانى	٤٨٠	٣٠٠	٢	٣٤٥	١٥٠٠
الثالث	٢	٤٠٠	٥٠٠	٢	٢٠٠٠
الرابع	٤٨٠	٢	٣٧٥	٣٤٥	٢ (١)
اجمالى	٢	١٢٠٠	١٥٠٠	٢	٦٠٠٠

ويمكن اعداد الموازنة التقديرية للمبيعات على أساس قيمة المبيعات :
(بضرب عدد الوحدات فى سعر البيع) .

شركة النجاح

الموازنة التقديرية للمبيعات لعام ١٩٨٢ (بالجنيهات)

المنطقة :	أ	ب	ج	د	اجمالى
ربيع السنة :					
الأول	٢	١٥٠٠٠	١٨٧٥٠	١٧٢٥٠	٢٥٠٠٠
الثانى	٣٦٠٠٠	٢	٢٨١٢٥	٢	١١٢٥٠٠
الثالث	٤٨٠٠٠	٣٠٠٠٠	٢	٢	١٥٠٠٠٠
الرابع	٣٦٠٠٠	٢	٢	٢	١١٢٥٠٠
اجمالى	٢	٢	٢	٢	٤٥٠٠٠٠

كما يمكن اعداد الموازنة التقديرية فى صورة مجمعة على أساس الكميات والقيمة وتظهر
كما يلى :

(١) على الطالب أن يكمل الجداول الناقصة .

٩-٢ . الموازنة التقديرية للإنتاج :

بعد اعداد الموازنة التقديرية للمبيعات ، فانه يتم تحديد الإنتاج المطلوب ويجب أن تتاح السلع الكافية لمقابلة المبيعات بالإضافة الى تكوين المخزون المرغوب فية آخر الفترة . وعادة ما يوجد جزء من هذه السلع لدى المنشأة مكونا مخزون أول الفترة أما الباقي فيتمتعين انتاجه . ولذلك فانه احتياجات الإنتاج لفترة معينة تتحدد على أساس :

وحدة	المبيعات
xxxx	+ مخزون آخر الفترة
xx	= مجموع السلع المطلوبة خلال الفترة
xxxx	- مخزون أول الفترة
xx	= الإنتاج
xxxx	

مثال :

باستخدام بيانات المثال السابق عن مبيعات شركة النجاح خلال عام ١٩٨٢ ، وبافتراض أن المخزون آخر الفترة يقدر بما يعادل ١٠% من مبيعات الفترة التالية، فان الموازنة التقديرية للإنتاج تظهر كما يلي :

(قدرت مبيعات الربح الاول من عام ١٩٨٣ بما يعادل ١١٠٠ وحدة) .

شركة النجاح

الموازنة التقديرية للإنتاج لعام ١٩٨٢

ربع السنة :	الاول	الثاني	الثالث	الرابع	السنة وحدات
المبيعات (وحدات)	١٠٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	١٥٠٠	٦٠٠٠
زائدا : مخزون آخر الفترة	١٥٠	٢٠٠	١٥٠	١١٠	١١٠
مجموع الاحتياجات من وحدات الإنتاج التام	١١٥٠	١٧٠٠	٢١٥٠	١٦١٠	٦١١٠
ناقصا : مخزون أول الفترة	١٠٠	١٥٠	٢٠٠	١٥٠	١٠٠
الإنتاج (وحدات)	١٠٥٠	١٥٥٠	١٩٥٠	١٤٦٠	٦٠١٠

شركة النجاح

الموازنة التقديرية للمبيعات عام ١٩٨٢

ربح السنة	الاول	الثاني	الثالث	الرابع	اجمالي السنة
المبيعات (وحدات)	١٠٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	١٥٠٠	٦٠٠٠
سعر بيع الوحدة: ٧٥					
المبيعات (قيمة)	٧٥٠٠٠	١١٢٥٠٠	١٥٠٠٠٠	١١٢٥٠٠	٤٥٠٠٠٠

ويقترن اعداد الموازنة التقديرية للمبيعات باعداد جدول المتحصلات النقدية من المبيعات ، وتتوقف قيمة المبالغ المحصلة في كل فترة على توزيع المبيعات بين آجل ونقدى وشروط البيع بالآجل .

وافترض ان شركة النجاح تقوم بتحصيل ٤٠٪ من قيمة المبيعات في فترة البيع أما الباقي فيتم تحصيله خلال الربع التالي ، يظهر جدول المتحصلات النقدية في المبيعات كما يلي :

(مبيعات الربع الاخير من عام ١٩٨١ تقدر بمبلغ ٤٠٠٠٠ جنيه)

شركة النجاح

جدول المتحصلات النقدية المتوقعة في المبيعات عام ١٩٨٢

الربح :	الاول	الثاني	الثالث	الرابع	اجمالي السنة
رصيد العملاء ٨١ / ١٢ / ٣١	٢٤٠٠٠				٢٤٠٠٠
مبيعات الربع الاول	٣٠٠٠٠	٤٥٠٠٠			٧٥٠٠٠
الثاني		٤٥٠٠٠	٦٢٥٠٠		١١٢٥٠٠
الثالث			٦٠٠٠٠	٩٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠
الرابع				٤٥٠٠٠	٤٥٠٠٠
اجمالي المتحصلات	٥٤٠٠٠	٩٠٠٠٠	١٢٧٥٠٠	١٢٥٠٠٠	٤٠٦٥٠٠

وقد تم تحديد بيانات الربع الاول كما يلي :

— المخزون اول الفترة ثم تكوينه خلال عام ١٩٨١ على أن يعادل ١٠% من مبيعات الربع الاول ١٩٨٢ ، وبذلك يساوى : $10\% \times 1000 = 100$ وحدة

— مخزون آخر الفترة يحدد على أساس ١٠% من مبيعات الربع الثانى ، فيكون مقداره : $10\% \times 1500 = 150$ وحدة

— أما المبيعات فتحصل عليها من الموازنة التقديرية للمبيعات .

وبعد تحديد كمية الانتاج المقدرة لفترة الموازنة فانه يتم تقدير مستلزمات الانتاج من مواد اولية وعمل مباشر ومصرفات اضافية ، وتستخدم المعايير والمعدلات الملائمة . (١٧)

٩-٣ . الموازنات التقديرية للمواد الاولية المباشرة :

يجب أن نميز بين موازنتين ترتبطان بالمواد الأولية .

الموازنة التقديرية لاستخدامات المواد الاولية : وهى تتناول المواد الاولية اللازمة للانتاج ولذلك فقد تعنون : الموازنة التقديرية للمواد الاولية اللازمة للانتاج .

الموازنة التقديرية لمشتريات المواد الاولية : ويتم اعدادها على اساس الاحتياجات من المواد الاولية والمخزون منها فى بداية ونهاية الفترة لنمل الى تقدير المشتريات . وتتلخص بيانات الموازنتين فيما يلى :

وحدة	المواد الاولية المباشرة المطلوبة لمقابلة الانتاج
x x x x	زائد : المواد الاولية آخر الفترة
x x	مجموع الاحتياجات من المواد الاولية
x x x x x	ناقصا : المواد الاولية أول الفترة
x x	مشتريات المواد الاولية
x x x x	

مثال :

إذا علمت ان شركة التجاج التى تناولناها فى المثال السابق واعدت الموازنة التقديرية لانتاجها عام ١٩٨٢ تستخدم بشرا المواد الاولية بسعر الكيلو جرام ٥ جنيهات

(١) نظرا لأن الطالب يدرس هذه العناصر وما يرتبط بها بتفصيل كاف ضمن مقرر محاسبة التكاليف ، فلن نتناولها بالدراسة الشاملة ، وسنكتفى بعرضها فى أضيق الحدود .

وأن كل وحدة من الانتاج تتطلب ٢ كيلو جرام من المادة الاولية الوحيدة التى تستخدم فى الانتاج . كما يتم الاحتفاظ بمخزون من المواد الاولية من نهاية كل فترة يعادل ٢٠٪ من احتياجات الانتاج خلال الفترة التالية .

وبذلك يمكن تحديد بيانات الربع الأول من عام ١٩٨٢ كما يلى :

- احتياجات الانتاج = ٢ كيلو جرام \times ١٠٥٠ وحدة = ٢١٠٠ وحدة
- المواد الاولية آخر الفترة تعادل ٢٠٪ من احتياجات الانتاج خلال الربع الثانى ، أى = ٢٠٪ \times ٢١٠٠ = ٤٢٠ وحدة
- المواد الأولية أول الفترة تعادل ٢٠٪ من احتياجات الانتاج خلال الربع الأول ، أى = ٢٠٪ \times ٢١٠٠ = ٤٢٠ وحدة

وهكذا بالنسبة لباقي الفترات .

وتظهر الموازنة التقديرية للمواد الاولية كما يلى :

شركة النجاح

الموازنة التقديرية للمواد الأولية

للسنة المنتهية فى ٣١ / ١٢ / ١٩٨٢

اجمالى	ربع السنة	الاول	الثانى	الثالث	الرابع	السنة
عدد وحدات الانتاج :	١٠٥٠	١٥٥٠	١٩٥٠	١٤٦٠	٦٠١٠	
(جدول ٢)						
احتياجات الوحدة من	٢	٢	٢	٢	٢	
المواد الاولية (كيلوجرام)	٢١٠٠	٣١٠٠	٣٩٠٠	٢٩٢٠	١٢٠٢٠	
احتياجات الانتاج (كجم)	٢١٠٠	٣١٠٠	٣٩٠٠	٢٩٢٠	١٢٠٢٠	
المواد الاولية فى آخر الفترة	٤٢٠	٧٨٠	٥٨٤	٤٦٠	٤٦٠	
مجموع الاحتياجات	٢٧٢٠	٣٨٨٠	٤٤٨٤	٣٣٨٠	١٢٤٨٠	
المواد الاولية فى اول الفترة	٤٢٠	٦٢٠	٧٨٠	٥٨٤	٤٢٠	
مشتريات المواد الأولية	٢٣٠٠	٣٢٦٠	٣٧٠٤	٢٧٩٦	١٢٠٦٠	
(كجم)						

وكما ذكرنا ، فإنه يمكن أن نعد الموازنات التقديرية التالية :

شركة النجاح

الموازنة التقديرية للمواد الأولية اللازمة للإنتاج

لسنة ١٩٨٢					
اجمالي	الربع الأول	الربع الثاني	الربع الثالث	الربع الرابع	السنة
١٠٥٠٠	١٥٥٠	١٩٥٠	١٤٦٠	٦٠١٠	
٢	٢	٢	٢	٢	
(كيلو جرام)					
المواد الأولية اللازمة للإنتاج (كيلو جرام)					
٢١٠٠	٣١٠٠	٣٩٠٠	٢٩٢٠	١٢٠٢٠	
٥	٥	٥	٥	٥	
تكلفة شراء الكيلو جرام (جنيه)					
١٠٥٠٠	١٥٥٠٠	١٩٥٠٠	١٤٦٠٠	٦٠١٠٠	
تكلفة المواد الأولية اللازمة للإنتاج					

شركة النجاح

الموازنة التقديرية لمشتريات المواد الأولية

الربع الأول	الربع الثاني	الربع الثالث	الربع الرابع	اجمالي السنة	ربع السنة :
٢١٠٠	٣١٠٠	٣٩٠٠	٢٩٢٠	١٢٠٢٠	المواد الأولية اللازمة للإنتاج
٦٢٠	٧٨٠	٥٨٤	٤٦٠	٤٦٠	المواد الأولية آخر الفترة
٢٧٢٠	٣٨٨٠	٤٤٨٤	٣٣٨٠	١٢٤٨٠	مجموع الاحتياجات
٤٢٠	٦٢٠	٧٨٠	٥٨٤	٤٢٠	المواد الأولية أول الفترة
٢٣٠٠	٣٢٦٠	٣٧٠٤	٢٧٩٦	١٢٠٦٠	مشتريات المواد الأولية
٥	٥	٥	٥	٥	تكلفة شراء الواحدة
١١٥٠٠	١٦٣٠٠	١٨٥٢٠	١٣٩٨٠	٦٠٣٠٠	

وعادة ما يقترن اعداد الموازنة التقديرية لمشتريات المواد الأولية باعداد جدول المدفوعات النقدية المتوقعة الى الموردين سدادا لقيمة المواد المشتراة .
ونفترض أن شركة النجاح تسدد ٥٠٪ من قيمة المشتريات خلال فترة الشراء .
أما الباقي فيسدد خلال الفترة التالية ، وإذا كان رصيد الموردين في ٣١ / ١٢ / ١٩٨١ يفد بمبلغ ٦٠٠٠ جنيه فان الجدول المشار اليه يظهر كما يلي :

شركة النجاح

جدول المدفوعات النقدية لسداد مشتريات المواد الأولية (جنيه)
عن عام ١٩٨٢

اجمالي	ربح السنة :	الاول	الثاني	الثالث	الرابع	السنة
٦٠٠٠	ارصدة ٣١ / ١٢ / ١٩٨١ ٦٠٠٠					
١١٥٠٠	مشتريات ربح السنه الاول : ٥٧٥٠	٥٧٥٠				
١٦٣٠٠	الثاني	٨١٥٠	٨١٥٠			
١٨٥٢٠	الثالث			٩٢٦٠	٩٢٦٠	
٦٩٩٠	الرابع				٦٩٩٠	
<u>٥٩٣١٠</u>	<u>١١٧٥٠</u>	<u>١٣٩٠٠</u>	<u>١٧٤١٠</u>	<u>١٦٢٥٠</u>	<u>٥٩٣١٠</u>	اجمالي

ونرجو ان يلاحظ القارئ أن تحديد حجم مخزن يتوقف على عوامل معينه ، كما يمكن اجراء الدراسة لتحديد الحجم الامثل للطلبية ، وكذلك تحديد الحجم الامثل لدورة الانتاج ، وذلك ما سوف نتناوله في نهاية هذا الفصل . فلقد حرصنا على أن لا يضيع التسلسل والتتابع في اعداد الموازنات التقديرية للنشاط الجارى من ذهن القارئ .

٩-٤ . الموازنة التقديرية للعمل المباشر :

يتم اعداد هذه الموازنة بعد التعرف على حجم الانتاج في الموازنة التقديرية للانتاج . ويجب احتساب الاحتياجات من العمل المباشر حتى تتعرف الادارة على مدى وفرة العمل المباشر المتاح لمقابلة احتياجات الانتاج . واذا ما كنا نعرف مقدما وبطريقة دقيقة الاحتياجات من العمل المباشر وطريقة توزيعها على مدار فترة الموازنة ، فانه يمكن اعداد الخطط لتوزيع القوى العاملة حسب احتياجات مراكز الانتاج . وقد يؤدي أهمال هذه الخطوة الى الاضرار لاستشجار عمال جدد ، أو تسريحهم في حالات أخرى ، وهذه السياسات بدورها تؤدي الى عدم استقرار العمال وانخفاض كفاءتهم . ويتم احتساب احتياجات العمل المباشر على اساس عدد وحدات الانتاج وساعات العمل المباشر اللازمة لكل وحدة ، وغالبا ما تتعدد الانواع المتاحة من العمل بحسب احتياجات المنتجات المختلفة ، وفي هذه الحالة يتم تحديد احتياجات ساعات الانتاج من كل نوع من أنواع العمل المباشر . وبضرب عدد الساعات اللازمة للانتاج في تكلفة الساعة تحصل على قيمة العمل المباشر كما تظهر في الموازنة التقديرية للعمل المباشر . في المثال السابق : معدل الوحدة ٥ ساعة عمل بتكلفة ٤ جنيه للساعة .

الموازنة التقديرية للعمل المباشر

عن السنة المنتهية في ١٩٨٢ / ١٢ / ٣١

ربع السنة :	الاول	الثاني	الثالث	الرابع	السنة
وحدات الانتاج :	١٠٥٠	١٥٥٠	١٩٥٠	١٤٦٠	٦٠١٠
ساعات العمل المباشر	٥	٥	٥	٥	٥
للوحد					
مجموع ساعات العمل	٥٢٥٠	٧٧٥٠	٩٧٥٠	٧٣٠٠	٣٠٠٥٠
المباشر اللازمة للانتاج					
تكلفة ساعة العمل المباشر ٤	٤	٤	٤	٤	٤
التكلفة الكلية للعمل المباشر	٢١٠٠٠	٣١٠٠٠	٣٩٠٠٠	٢٩٢٠٠	١٢٠٠٠٠

٩-٥ الموازنة التقديرية للمصروفات الصناعية غير المباشرة :

وتتضمن هذه الموازنة جدول بكل تكاليف الانتاج الاخرى بخلاف تكاليف المواد الاولية والعمل المباشر ، ويتم تحليل هذه التكاليف وفقا لمسلكها لاغراض اعداد الموازنة التقديرية كما تعد معدلات المصروفات الاضافية . ويتم استخدام هذا المعدل للوحدات المنتجة خلال فترة الموازنة .

مثال :

بأستخدام بيانات الموازنة التقديرية للانتاج والعمل المباشر الخاصة بشركة النجاح فى المثالين السابقين ، افترض أن المعدل المتغير للمصروفات الصناعية غير المباشرة جنيهين لكل ساعة عمل مباشر . وتبلغ التكاليف الصناعية الثابتة ٦٠٠٠٠ جنيه سنويا تشمل على زرع مقدارها مصروفات أهلاك . ويتم سداد المصروفات الصناعية غير المباشرة خلال نفس الفترة . تظهر موازنة المصروفات الصناعية لشركة النجاح كما يلى :

شركة النجاح

الموازنة التقديرية للمصروفات الصناعية غير المباشرة

للسنة المنتهية فى ٣١ ديسمبر ١٩٨٢

ربع السنة	الاول	الثانى	الثالث	الرابع	السنة
ساعات العمل المباشرة	٥٢٥٠	٧٧٥٠	٩٧٥٠	٧٣٠٠	٣٠٠٥٠
معدل م٠ ص غير مباشرة	٢	٢	٢	٢	٢
المصروفات الصناعية المتغيرة	١٠٥٠٠	١٥٥٠٠	١٩٥٠٠	١٤٦٠٠	٦٠١٠٠
المصروفات الصناعية الثابتة	١٥٠٠٠	١٥٠٠٠	١٥٠٠٠	١٥٠٠٠	٦٠٠٠٠
المصروفات الصناعية للفترة	٢٥٥٠٠	٣٠٥٠٠	٣٤٥٠٠	٢٩٦٠٠	١٢٠١٠٠
ناقصا: الاهلاك	٣٧٥٠	٣٧٥٠	٣٧٥٠	٣٧٥٠	٣٧٥٠
= المدفوعات النقدية للمصروفات الصناعية	٢١٧٥٠	٢٦٧٥٠	٣٠٧٥٠	٢٥٨٥٠	١٠٥١٠٠

٩-٦ . الموازنة التقديرية للمصروفات البيعية :

وتتضمن المصروفات البيعية الثابتة قبل المرتبات والاهلاك ، كما تتضمن العناصر المتغيرة مثل العملات ومصاريف السفر والنقل للخارج وغيرها .
وإذا ما اعتبرت بعض العناصر متغيرة فإنه يتم تحديد قيمتها كنسبة من قيمة المبيعات ، أو تحدد التكلفة البيعية المتغيرة للوحدة المباعة .

مثال :

نذكر كمبيعات شركة النجاح التي قدرت وحدتها لكل فترة ربع سنويا خلال عام ١٩٨٢ كما يلي بالترتيب : ١٠٠٠ ، ١٥٠٠ ، ٢٥٠٠ ، ١٥٠٠ وحدة .
وإذا علمت أن التكلفة البيعية المتغيرة للوحدة ٥ جنيهات ، وأن مصروفات الإعلان السنوية ٩٠٠٠ جنيه ، المرتبات البيعية ١٠٠٠٠ جنيه .
تظهر الموازنة التقديرية للمصروفات البيعية كما يلي :

شركة النجاح

الموازنة التقديرية للمصروفات البيعية

اجمالي	الاول	الثاني	الثالث	الرابع	السنة
ربع السنة:	١٠٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	١٥٠٠	٦٠٠٠
وحدات المبيعات	٥	٥	٥	٥	٥
التكلفة البيعية المتغيرة للوحدة	٥٠٠٠	٧٥٠٠	١٠٠٠٠	٧٥٠٠	٣٠٠٠٠
المصروفات المتغيرة	٢٢٥٠	٢٢٥٠	٢٢٥٠	٢٢٥٠	٩٠٠٠
اعلان	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠	١٠٠٠٠
مرتبات	٤٧٥٠	٤٧٥٠	٤٧٥٠	٤٧٥٠	١٩٠٠٠
المصروفات الثابتة	٩٧٥٠	١٢٢٥٠	١٤٧٥٠	١٢٢٥٠	٤٩٠٠٠
مجموع المصروفات البيعية المقدرة					

٩-٧٠ الموازنة التقديرية للمصروفات الادارية :

ويمكن تقسيم المصروفات التي تظهر في هذه الموازنة على اساس مسئولية الافراد عن البرقابة عليها ، وفي بعض الحالات يوزع جزء منها على أنشطة أخرى مثل الشراء او البحوث أو غيرها .

مثال :

ذكرنا سابقا اننا لانتناول بالتفصيل موازنات المصروفات ، ولا غرضنا بفترض أن شركة النجاح تتحمل مرتبات سنوية تبلغ ١٥٠٠٠ جنيه ، تأمين ٦٠٠٠ جنيه يتنم سداده خلال الربع الثاني من العام ، كما تسدد ضرائب على الممتلكات مقدرها ٢٠٠٠ جنيه في نهاية كل عام .

وعلى ذلك تظهر الموازنة التقديرية للمصروفات الادارية كما يلي :

شركة النجاح

الموازنة التقديرية للمصروفات الادارية

عن السنة المنتهية في ٣١ / ١٢ / ١٩٨٢

ربع السنة :	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	اجمالي السنة
مرتبات	٣٧٥٠	٣٧٥٠	٣٧٥٠	٣٧٥٠	١٥٠٠٠
تأمين		٦٠٠٠			٦٠٠٠
ضرائب				٢٠٠٠	٢٠٠٠
اجمالي	٣٧٥٠	٩٧٥٠	٣٧٥٠	٥٧٥٠	٢٣٠٠٠

٩-٨٠ الموازنات التقديرية والجداول المساعدة :

يمكن أن تعد موازنة تقديرية لمخزون الانتاج التام في نهاية الفترة ، ولا شك أن مثل هذه الموازنة تكون هامة وضرورية عندما تتعدد انواع المنتجات المختلفة وأماكن الاحتفاظ بالمخزون ، وقد تعد قوائم بالتكاليف التقديرية لوحدة الانتاج . كما يمكن أعداد موازنة تقديرية لتكاليف المنتجات المباعة ، واحيانا تضاف مجموعات من الجداول المساعدة ، ويتوقف ذلك على ضخامة المنشآت وتعدد المنتجات والمدخلات اللازمة للانتاج .

وفيما يلي نموذج لتحديد تكاليف مخزون آخر الفترة من السلع الجاهزة .

مثال :

المطلوب الاعتماد على بيانات موازنات شركة النجاح لاعداد موازنة تقديرية لتكاليف المخزون ١٩٨٢ / ١٢ / ٣١

شركة النجاح

الموازنة التقديرية لمخزون الانتاج التام في ٣١ = ١٢ / ١٩٨٢

العنصر	الكمية جنيه	تكلفة الوحدة جنيه	التكاليف جنيه
تكاليف الانتاج المتغيرة للوحدة			
مواد اولية (كيلو)	٢	٥	١٠
عمل مباشر (ساعة)	٥	٤	٢٠
م ^٠ ص متغيرة (ساعة)	٥	٢	١٠
			<u>٤٠</u>

المخزون المفدرفى نهاية الفترة

المخزون بالوحدات (انظر موازنة الانتاج)

x التكلفة المتغيرة الاولى للوحدة

١١٠

٤٠

٤٤٠٠

قيمة المخزون في ٣١ / ١٢ / ١٩٨٢

• وقد تم احتسابه وفقا للمدخل الحدى ولا مجال هنا لمناقشة المداخل الاخرى .

٩-٩ . الموازنة التقديرية للنقدية

تجمع الموازنة التقديرية للنقدية كثيرا من البيانات التي تم الحصول عليها من الخطوات السابقة. وتتكون الموازنة التقديرية للنقدية من أربعة اجزاء رئيسية يخصص كل منها لاحد العناصر التالية بالترتيب :

• المقبوضات النقدية

• المدفوعات النقدية

• التغيرات فى النقدية

• التمويل

ويتكون الجزء الخاص بالمعبوضات من رصيد الميزانية العمومية و المدة مضافا اليه المعبوضات من المبيعات بحسب النظام الذى تتبعه المنشأة مع العملاء . وتسجل المتحصلات من المبيعات المصدر الرئيسى للمعبوضات .

وتشتمل الجزء الخاص بالمدفوعات على جميع المدفوعات النقدية المخططة خلال فترة الموازنة . وتتضمن هذه المدفوعات بصفة رئيسية مشتريات المواد الأولية ، الأجور المصروفات الصناعية غير المباشرة ، المصروفات البيعية والإدارية وغيرها . وبالإضافة لذلك تظهر المدفوعات النقدية الأخرى مثل صرائب الدخل ، مشتريات المعدات الرأسمالية ، والتوزيعات .

أما الجزء الثالث فيظهر الزيادة والعجز فى النقدية ، ويساوى الفرق بين مجموع المقبوضات النقدية ومجموع المدفوعات النقدية . وعند ما يظهر عجز فان المنشأة تحتاج الى الاقتراض لتغطية احتياجاتها من الأموال ، وعند ما يتاح لها فائض بعد ذلك فانه يستخدم لسداد الاقتراض فى العترات السابقة كذلك يمكن للمنشأة أن تستخدم الفائض فى استثمارات قصيرة الاجل . ويعد الجزء الأخير الخاص بالتمويل حسابا مفصلا للتنبؤات الخاصة بالاقتراض وسداد القرض خلال فترة الموازنة ، كما يتضمن تفاصيل الفوائد المدفوعة على الأموال المقرضة . وتهتم البنوك بالمعرفة المسبقة باحتياجات عملاتها من الأموال وتوقيتها ، ذلك لكى تستطيع البنوك تخطيط نشاطها وتؤكد من الأموال التى سوف تكون متوافرة عند الطلب . ومن ذلك ، فان التخطيط السليم للاحتياجات النقدية عن طريق الموازنات النقدية يربط بين المنشأة مشاكل عجز النقدية أو صياغ فرص استغلال الفائض منها .

ويساعد نظام الموازنات النقدية المنظمة جيدا على تحديد عدم التأكد بالنسبة لما سيكون عليه الوضع النقدى للمنشأة خلال فترة الموازنة .

ويفضل أن يتم تحليل الموازنة النقدية للفترة الى فترات أصغر بعدد الامكان ، وقد تكون فترة الأسبوع مقبولة لبعض المنشآت ومن غيرها من المنشآت الكبيرة تخطط للاحتياجات النقدية على أساس يومي .

مثال :

عند اعداد الموازنة التقديرية النقدية لشركة النجاح عن عام ١٩٨٢ تم تدوين الملاحظات التالية التي تساعد الفارئ على فهم عناصر الموازنة ثم التمكن من اعدادها .

ملاحظات على عناصر الموازنة التقديرية النقدية لشركة النجاح فى عام ١٩٨٢ :

رقم العنصر	البيان
١	رصيد بداية أول فترة يبلغ ١٢٠٠٠ جنيه .
٢	المتحصلات من العملاء كما يوضحها الجدول الملحق بالموازنة التقديرية للمبيعات .
٣	يمكن ان يتضمن رقم اجمالى النقدية المتاحة الاموال المتاحة من بيع الاصول أو زيادة رأس المال .
٤	المدفوعات للموردين كما يظهرها الجدول الملحق بالموازنة التقديرية لمشتريات المواد الأولية .
٥-٨	نحصل على قيمة هذه العناصر من الموازنات التقديرية الخاصة بها .
٩	قدرت ضرائب الدخل بمبلغ ١٦٠٠٠ جنيه تدفع على أربعة دفعات منتظمة زمنيا ومتساوية فى القيمة .
١٠	تقرر شراء معدات فى الربع الثانى من عام ١٩٨٢ تبلغ قيمتها ١٦٠٠٠ جنيه
١١	قدرت المدفوعات السنوية بمبلغ ٨٠٠٠ جنيه وتوزع على اربعة اقساط ربع سنوية متساوية .
١٢	الزيادة أو العجز نتيجة طرح العنصر رقم (١٢) من العنصر رقم (٣) .
١٤	يفترض ان يتم الاقتراض فى بداية الفترة حتى يمكن مواجهة المدفوعات خلال الفترة ، ويتم الاحتفاظ برصيد نقدي بحد ادنى ١٠٠٠٠ جنيه ، بالنسبة للربع الأول فان الاقتراض ١٨٠٠٠ جنيه لتغطية العجز فى المدفوعات ٨٠٠٠ جنيه وتوفير الحد الادنى للرصيد النقدي .

رقم العنصر	بيان
١٥	<p>يتم السداد عادة في نهاية الفترة في حدود الأموال المتوفرة؛ و دون المساس بالحد الأدنى ٠٠ بالنسبة للربع الثالث نجد ان الزيادة عن المدفوعات النقدية (العنصر ١٣) تبلغ ٢٦١٩٠ جنيه يتم الاحتفاظ بمبلغ ١٠ر٠٠٠ جنيه الحد الأدنى للرصيد النقدي ، تسدد الفوائد ١١٢٥ جنيه ، وبذلك يكون المتاح لسداد القرض ١٥٠٠٠ جنيه (لا قرب الف جنيه)</p>
١٦	<p>مدفوعات الفائدة ترتبط بالاصل الذي يتم سداده عند وقت السداد ، وعلى سبيل المثال ، الفائدة في الربع الثالث تخص فقط مبلغ ال ١٥٠٠٠ جنيه ، والتي تسدد خلال ذلك الربع $15000 \times 10\% \times \frac{9}{12} = 1125$ جنيه ،</p>
	وبالنسبة للربع الأخير :
	<p>القرض ٢٩٠٠٠ جنيه ٣٠٠٠ جنيه تم اقتراضها في بداية الربع الأول (١٨٠٠٠ - ١٥٠٠٠)</p>
	$300 = 3000 \times 10\%$
	<p>٢٦٠٠٠ تم اقتراضها في بداية الربع الثاني</p>
	$1950 = \frac{9}{12} \times 10\% \times 26000$
	<p>٢٥٠٠</p>
١٧	اجمالي التمويل وهو المجموع الجبري للعناصر ١٤ ، ١٥ ، ١٦
١٨	رصيد النقدية في نهاية الفترة وهو المجموع الجبري للعناصر ١٣ ، ١٧ ، ١٨

شركة النجدي

الموازنة التقديرية النقدية

عن السنة المنتهية في ١٩٨٢/١٢/٣١

الاول	الثاني	الثالث	الرابع	السنة	رابع السنة :
١٢٠٠٠	١٠٠٠٠	١٠٢٥٠	١٠,٠٦٥	١٢,٠٠٠	(١) رصيد النقدية أول الفترة
٥٤٠٠٠	٩٠,٠٠٠	١٢٧,٥٠٠	١٣٥,٠٠٠	١٠٦,٥٠٠	يضاف : المقبوضات (٢) متحصلات من العملاء
٦٦٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	١٢٧,٨٥٠	١٤٥,٠٦٥	١١٨,٥٠٠	(٣) اجمالي النقدية المتاحة قبل التمويل الجاري
١١٧٥٠	١٢,٩٠٠	١٧٤١٠	٢٦٢٥٠	٢٩٢١٠	يلخص : الدفعات
٢١٠٠٠	٢١٠٠٠	٢٩٠٠٠	٢٩٢٠٠	١٢٠٢٠٠	(٤) موردى المواد المباشرة
٢١٧٥٠	٢٦٧٥٠	٢٠٧٥٠	١٥٨٥٠	١٠٥١٠٠	(٥) تكلفة العمل المباشر
٩٧٥٠	١٢٢٥٠	١٤٧٥٠	١٢٢٥٠	٤٩٠٠٠	(٦) مصاريف صناعية
٢٧٥٠	٩٧٥٠	٢٧٥٠	٥٧٥٠	٢٣٠٠٠	(٧) مصاريف بيعية
٤٠٠٠	٤٠٠٠	٤٠٠٠	٤٠٠٠	١٦٠٠٠	(٨) مصاريف ادارية
٤٠٠٠	٤٠٠٠	٤٠٠٠	٤٠٠٠	١٦٠٠٠	(٩) ضرائب الدخل
٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٨٠٠٠	(١٠) مشتريات معدات
٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٨٠٠٠	(١١) توزيعات
٧٤٠٠٠	١١٥,٦٥٠	١١١,٦٦٠	٩٥,٢٠٠	٢٩٦,٦١٠	(١٢) اجمالي الدفعات
(٨٠٠٠)	(١٥,٦٥٠)	٢٦,١٩٠	٤٩,٧٦٥	٢١,٨٩٠	(١٣) الزيادة أو العجز من الدفعات النقدية
١٨٠٠٠	٢٦٠٠٠			٤٤٠٠٠	التمويل
		(١٥,٠٠٠)	(٢٩,٠٠٠)	(٤٤,٠٠٠)	(١٤) اقتراض في بدء الحدة
		(١١,٢٥٠)	(٢٢,٥٠٠)	(٢٣,٧٥٠)	(١٥) سداد في نهاية الحدة
					(١٦) الفائدة ١٠%
١٨٠٠٠	٢٦,٠٠٠	(١٦,١٢٥)	(٢١,٢٥٠)	(٢٣,٧٥٠)	(١٧) اجمالي التمويل
١٠٠٠٠	١٠,٣٥٠	١٠٠,٦٥	١٨٥,١٥	١٨٥,١٥	(١٨) رصيد النقدية آخر الفترة

٩-١٠ القائمة التقديرية للدخل :

ويمكن اعدادها بالاعتماد على بيانات الموازنات التقديرية السابقة ، وهي تعتبر مصدرا لمؤشرات الربحية للعمليات وفقا لما تم التنبؤ به للفترة القادمة . وتعتبر أساسا لقياس الأداء الشامل للمنشأة . وباستخدام بيانات شركة النجاح يمكن اعداد القائمة التالية:

شركة النجاح

القائمة التقديرية للدخل

عن السنة المنتهية في ٢١ / ١٢ / ٨٢

المبيعات	جنيه	جنيه
٦٠٠٠ وحدة x ٧٥	٤٥٠.٠٠٠	
يطرح :		
المصروفات المتغيرة :		
التكلفة المتغيرة للسلع المباعة ٦٠٠٠ وحدة x ٤٠ جنيه	٢٤٠.٠٠٠	
التكلفة البيعية المتغيرة	٣٠.٠٠٠	
	٢٧٠.٠٠٠	
الربح المباشر	١٨٠.٠٠٠	
يطرح :		
المصروفات الثابتة :		
مصروفات صناعية	٦٠.٠٠٠	
مصروفات بيعية	١٩.٠٠٠	
مصروفات ادارية	٢٣.٠٠٠	
	١٠٢.٠٠٠	
	٧٨.٠٠٠	
صافي دخل العمليات		
يطرح :		
مصروفات الفوائد	٣٣٧٥	
	٧٤.٦٢٥	
صافي الدخل قبل الضرائب		
يطرح		
ضرائب الدخل	١٦.٠٠٠	
	٥٨.٦٢٥	
صافي الدخل		

- ملاحظات : (١) تم الحصول على عناصر قائمة الدخل التقديرية من الموازنات التقديرية الخاصة بكل من هذه العناصر .
(٢) ارجع للشرح الملحق بالموازنة التقديرية النعدية للتعرف على عنصرى: الفوائد والضرائب على الدخل .

٩-١١ الميزانية العمومية التقديرية :

تعد الميزانية العمومية التقديرية على أساس البدء بالميزانية الحالية وتعد يلها بالبيانات التى تشتمل عليها الموازنات التقديرية الأخرى .
ونفترض أن الميزانية العمومية لشركة النجاح تظهر فى نهاية سنة ١٩٨١ كما يلى :

شركة النجاح

الميزانية العمومية فى ٣١ / ١٢ / ١٩٨١

رأس المال	٤٠٠٠	الأصول الثابتة	٦٠٠٠
الأرباح المحجوزة	٥٦١٠٠	أراضى	٤٠٠٠
	٩٦١٠٠	مبانى ومعدات	٦٠٠٠
مورد المواد الأولية	٦٠٠	مجمع الاهلاك	٤٠٠٠
			٦٠٠٠
		الأصول المتداولة	
		مخزون المواد (٤٢٠ ك)	٢١٠٠
		مخزون انتاج تام	٤٠٠٠
		(١٠٠ وحدة)	
		مدينون	٢٤٠٠٠
		نقدية	١٢٠٠٠
			٤٢١٠٠
	١٠٢١٠٠		١٠٢١٠٠

* ملاحظات عن العناصر المختلفة للميزانية العمومية المتوقعة :

يمكن أن تراجع العناصر التالية كما تظهر فى الموازنات التقديرية الخاصة بكل منها ، ونوضحها فيما يلى :

(أ) كما تظهر في ميزانية ١٩٨٢ / ١ / ١

(ب) رصيد ١٩٨٢ / ١ / ١

٦٠٠٠٠ ر جنية

١٦٠٠٠ ر جنية

+ اضافات للأصول خلال عام ٨٢

(انظر الموازنة التقديرية)

٧٦٠٠٠

(ج) مجمع الاهلاك :

٤٠٠٠٠ ر جنية

رصيد ١٩٨٢ / ١ / ١

١٥٠٠٠ ر جنية

مصرفات الاهلاك عن عام ١٩٨٢

٥٥٠٠٠

(موازنة المصروفات الصناعية)

(د) مخزون المواد الأولية = ٤٦٠ كيلو جرام x ٥ جنية = ٢٣٠٠ جنية

(موازنة المواد الأولية)

(هـ) مخزون الانتاج التام : ١١٠ وحدة x ٤٠ جنية = ٤٤٠٠ جنية

المصدر : الموازنة التقديرية لمخزون آخر العدة ، أو الموازنة التقديرية للانتاج

لنحصل منها على عدد وحدات آخر الفترة ثم نحصل على تكلفة الوحدة

من القائمة التي تعد لهذا الغرض .

(و) المدينون : حدد الرصيد على أساس ٦٠ % من مبيعات الربع الأخير لعام ١٩٨٢

١١٢٥٠٠ x ٦٠ % = ٦٧٥٠٠ جنية

(ز) النقدية : رصيد ٨٢ / ١٢ / ٣١ كما يظهر في الموازنة التقديرية النقدية .

(حـ) رأس المال من الميزانية العمومية في ١٩٨٢ / ١ / ١

جنيه

(ط) الأرباح المحجوزة = رصيد ١٩٨٢ / ١ / ١ (الميزانية في ١ / ١) ٥٦١٠٠

+ صافي الدخل (القائمة التقديرية للدخل) ٥٨٦٢٥

١١٤٧٢٥

٨٠٠٠

١٠٦٧٢٥

— التوزيعات (الموازنة التقديرية للنقدية)

الرصيد في ١٩٨٢ / ١٢ / ٣١

١٠ - أمثلة محلولة :

مثال (الموازنة التقديرية المربعة المعدلة) :

يرغب المحاسب الادارى لشركة نجمة سينا فى تطبيق أسلوب الموازنات التقديرية الاحتمالية ، غير أنه يلقى معارضة شديدة من المديرين لاسيما فى القسم (ص) . وقرر أن يتم تطبيق تلك الموازنات على مرحلتين ، ولكى يقنع الجميع فقد أشركهم فى اجراء مناقشة التقديرات المختلفة ، وقد أمكن الحصول على التقديرات الأكثر احتمالا ، والتقديرات المتغائلة أو المتشائمة التى تزيد أو تقل بنسب معينة عن التقدير الأكثر احتمالا . وفيما يلى هذه التقديرات :

مستوى النشاط الأكثر احتمالا ٢٠٠٠٠ ساعة ، وتكلفة العمل المباشر ٣٠٠٠٠ جنيه المواد المباشرة ١٢٠٠٠ جنيه ، مواد غير مباشرة متغيرة ٤٠٠٠ جنيه ، والتقدير المتغائل للعناصر السابقة يزيد بنسبة ١٧% عن التقدير الأكثر احتمالا بينما يقل التقدير المتشائم عن الأخير بنسبة ١٥% . أما بقية العناصر فنوضحها كما يلى :

التقدير	الأكثر احتمالا	المتشائم	المتغائل
العناصر	نسبة الزيادة أو النقص		
عمل غير مباشر	١٠٠٠٠	٦% -	٣٧% +
الصيانة	٦٠٠٠	٥% -	٦% +
مهمات أخرى	١٢٠٠٠	١٢.٥% -	١١% -
التكاليف الثابتة الاختيارية :			
تكليف تد ريب	٨٠٠٠	١٢.٥% -	١٢.٥% +
أبحاث وتجارب	١٦٠٠٠	٦.٢٥% -	٦.٢٥% +
تكليف ثابتة ملزمة			
اهلاك	٢٠٠٠٠	-	-
ايجار	١٤٠٠٠	-	-

الحل :

يمكن تقدير العناصر وفقا للتقدير المتغائل والمتشائم على النحو التالى :

$$\text{التقدير المتشائم} : \frac{94}{100} \times 10000 = 9400 \text{ جنيه}$$

$$\text{التقدير المتغائل} : \frac{137}{100} \times 10000 = 13700 \text{ جنيه}$$

وهكذا بالنسبة لبافى العناصر :
وتظهر الموازنة التقديرية المرنة المعدلة للقسم (ص) كما يلى :

شركة نجمة سيناء

الموازنة التقديرية المرنة المعدلة للقسم (ص)

عن السنة المنتهية فى ٣١ / ١٢ / ١٩٨١

التقدير :	المتشائم	الاكثر احتمالا	المغائل
حجم النشاط (ساعات عمل) :	١٧٠٠٠	٢٠٠٠٠	٢٣٠٠٠
	جنيه	جنيه	جنيه
التكاليف المتغيرة			
عمل مباشر	٢٥٥٠٠	٣٠٠٠٠	٣٥١٠٠
مواد مباشرة	١٠٢٠٠	١٢٠٠٠	١٤٠٤٠
زيوت شحوم	٣٤٠٠	٤٠٠٠	٤٦٨٠
التكاليف المختلطة			
عمل غير مباشر	٩٤٠٠	١٠٠٠٠	١٣٧٠٠
صيانة	٥٧٠٠	٦٠٠٠	٦٣٦٠
مهمات اخرى	١٠٥٠٠	١٢٠٠٠	١٠٦٨٠
تكاليف ثابتة اختيارية			
تدريب	٧٠٠٠	٨٠٠٠	٩٠٠٠
ابحاث وتجارب	١٥٠٠٠	١٦٠٠٠	١٧٠٠٠
تكاليف ثابتة ملزمة			
اهلاك	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠
ايجار	١٤٠٠٠	١٤٠٠٠	١٤٠٠٠
	١٢٠٧٠٠	١٣٢٠٠٠	١٤٤٥٦٠

مثال (الموازنة التقديرية الاحتمالية) :

لكي يتم اعداد الموازنة التقديرية الاحتمالية ، تعد التقديرات الاحتمالية لكل حجم من أحجام النشاط ولكل من عناصر التكاليف الصناعية المرتبطة به . وعلى سبيل المثال ، اذا توافرت البيانات التالية عن تقدير مبيعات عام ١٩٨٢ لمنشأة الفردوس :

قيمة المبيعات (جنيه) :	٤٠.٠٠٠	٥٠.٠٠٠	٥٦.٠٠٠
احتمال تحقيق كل حجم	٣ر	٦ر	١ر

فما هي قيمة المبيعات المتوقعة :

$$\begin{array}{r}
 ٤٠.٠٠٠ \text{ جنيه} \times ٣ر = ١٢.٠٠٠ \\
 ٥٠.٠٠٠ \text{ جنيه} \times ٦ر = ٣٠.٠٠٠ \\
 ٥٦.٠٠٠ \text{ جنيه} \times ١ر = ٥٦.٠٠٠ \\
 \hline
 \text{المبيعات المتوقعة} \quad \underline{\underline{١٠ر}} \quad \underline{\underline{٤٧.٦٠٠}}
 \end{array}$$

وانذا كانت تقديرات تكاليف المتغيرة ١٢.٠٠٠ ، ١٤.٠٠٠ ، ١٦.٠٠٠ جنيه على التوالي والاحتمالات المرتبطة بها ٧ر ، ٢ر ، ١ر فانه يمكن تقدير القيمة المتوقعة للتكاليف المتغيرة كما يلي :

$$\begin{array}{r}
 ١٢.٠٠٠ \text{ جنيه} \times ٧ر = ٨٤.٠٠ \\
 ١٤.٠٠٠ \text{ جنيه} \times ٢ر = ٢٨.٠٠ \\
 ١٦.٠٠٠ \text{ جنيه} \times ١ر = ١٦.٠٠ \\
 \hline
 \text{التكاليف المتغيرة المتوقعة} \quad \underline{\underline{١٠ر}} \quad \underline{\underline{١٢٨.٠٠}}
 \end{array}$$

أما تقديرات التكاليف الثابتة فهي ٢٠.٠٠٠ جنيه باحتمال ١ر ، ٣٠.٠٠٠ جنيه باحتمال ٤ر ، ٥٠.٠٠٠ جنيه باحتمال ٥ر . ويمكن بذلك تقدير التكاليف الثابتة المتوقعة كما يلي :

$$\begin{array}{r}
 ٢٠.٠٠٠ \text{ جنيه} \times ١ر = ٢٠.٠٠ \\
 ٣٠.٠٠٠ \text{ جنيه} \times ٤ر = ١٢٠.٠٠ \\
 ٥٠.٠٠٠ \text{ جنيه} \times ٥ر = ٢٥٠.٠٠ \\
 \hline
 \text{التكاليف الثابتة المتوقعة} \quad \underline{\underline{١٠ر}} \quad \underline{\underline{٣٩٠.٠٠}}
 \end{array}$$

وعلى الطالب أن يعد القائمة التقديرية للدخل المتوقع لشركة الفردوس عن عام ١٩٨٢ .

مثال (الموازنة التقديرية الاحتمالية) :

شركة الأمل تبيع منتجها الوحيد بسعر ١٠ جنيه للوحدة ، وتبلغ التكاليف الثابتة الملزمة ٢٨٠.٠٠٠ جنيه ، وفيما يلي القيم المتوقعة لعناصر الموازنة واحتمالات كل منها وذلك عن السنة القادمة ١٩٨٢ .

المبيعات : وحدة

٨٠.٠٠٠	باحتمال ٣ر
١٠٠.٠٠٠	باحتمال ٥ر
١١٠.٠٠٠	باحتمال ٢ر

ت . ص متغيرة للوحدة :

٥ر	جنيه باحتمال ٢ر
٥.٠	جنيه باحتمال ٦ر
٤.٨	جنيه باحتمال ٢ر

ت . بيعية متغيرة للوحدة : ٥ر جنيه
التكاليف الثابتة الاختيارية :

٤٥.٠٠٠	جنيه عند حجم مبيعات ٨٠.٠٠٠ وحدة
٧٠.٠٠٠	جنيه عند حجم مبيعات ١٠٠.٠٠٠ وحدة
٨٠.٠٠٠	جنيه عند حجم مبيعات ١١٠.٠٠٠ وحدة

معدل ضريبة الدخل ٥٠٪

وال المطلوب اعداد قائمة تقديرية للدخل المتوقع

الحل : حجم المبيعات المتوقعة :

$$٩٦.٠٠٠ = (٢ر \times ١١٠.٠٠٠) + (٥ر \times ١٠٠.٠٠٠) + (٣ر \times ٨٠.٠٠٠)$$

وحدة

التكاليف الصناعية المتغيرة :
جنيته
 $(٩٦٠٠٠ \times ٢ \times ٨ \text{ ر }) + (٩٦٠٠٠ \times ٦ \times ٥ \text{ ر }) + (٩٦٠٠٠ \times ٢ \times ١ \text{ ر }) = ٤٧٨٠٨٠$

التكاليف البيعية المتغيرة = $٩٦٠٠٠ \times ٥ \text{ ر}$ = ٤٨٠٠٠ جنيته

التكاليف الثابتة الاختيارية :
 $(٩٦٠٠٠ \times ٣ \times ٥ \text{ ر }) + (٩٦٠٠٠ \times ٧ \times ٥ \text{ ر }) + (٩٦٠٠٠ \times ٨ \times ٢ \text{ ر }) = ٦٤٥٠٠$ جنيته

التكاليف الثابتة الملزمة : ٢٨٠٠٠٠ جنيته
وتظهر القائمة التقديرية للدخل المتوقع على النحو التالي :
شركة الأمل

القائمة التقديرية للدخل المتوقع
عن السنة المنتهية في ١٩٨٢ / ١٢ / ٣١

جنيته	المبيعات
٩٦٠٠٠	التكاليف المتغيرة
جنيته	صناعية
٤٧٨٠٨٠	بيعية
٤٨٠٠٠	
٥٢٦٠٨٠	
٤٢٣٩٢٠	الربح الحدى
جنيته	جنيته
٦٤٥٠٠	التكاليف الثابتة الاختيارية
٢٨٠٠٠٠	التكاليف الثابتة الملزمة
٣٤٤٥٠٠	
٨٩٤٠٠	الدخل الصافى قبل الضريبة
٤٤٧١٠	الضريبة على الدخل : ٥٠ %
٤٤٧١٠	صافى الدخل بعد الضريبة

* . استخدمت الاحتمالات الخاصة بالمصروفات المتغيرة بعد أن تحدد حجم المبيعات في الخطوة السابقة .

** نظر لأن التكاليف الثابتة الاختيارية مرتبطة بالحجم حسب المثال فقد استخدمت الاحتمالات الخاصة بحجم المبيعات .

١١- تخطيط ورقابة المخزون في اطار نظام الموازنات التقديرية :
يعتبر تخطيط رقابة المخزون جزءاً هاماً لنظام الموازنات التقديرية ، فيجب أن لا يترك تحديد مستويات المخزون للظروف ، وأن يخطط لها بعناية سواء بالنسبة لرصيد أول الفترة أو رصيد المفروض وجودة آخر الفترة ، وعلينا أن نجيب على الاسئلة التالية :

- كيف يمكن تحديد المستوى الصحيح للمخزون ؟
- ماهى العوامل التى تؤثر فى اختلاف هذا المستوى بين منشأة وأخرى ؟
- وسوف نحاول الاجابة على هذه الاسئلة فيما يلى من اجزاء .

١١-١ . التكاليف المرتبطة بالمخزون :

توجد ثلاثة مجموعات من التكاليف مرتبطة بالمخزون ، المجموعة الأولى تعبر عن تكاليف طلب المخزون مثل التكاليف الادارية المرتبطة باصدار أمر الطلبية ، وتكاليف نقل المخزون .
أما المجموعة الثانية فتشمل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون ومثلها : تكاليف التخزين والمناولة والتأمين والخسارة نتيجة التقادم والفائدة على رأس المال المستخدم فى المخزون .

أما المجموعة الثالثة فهي عن التكاليف الناتجة عن عدم الاحتفاظ بمخزون كافٍ والتي تتمثل عناصرها في عدم رضا العميل، وخسارة خصم الكمية، وتوقف الانتاج، وعدم كفاءة دورات الانتاج، وزيادة تكاليف النقل والمبيعات المفقودة .

أما الهدف فهو الاحتفاظ بالمستوى الصحيح من المخزون والذي يؤدي لتدفية مجموعات التكاليف الثلاث التي ذكرناها ، وهذا ينقلنا بالدراسة الحجم الاقتصادية لطلبية المخزون .

١١-٢ . الحجم الاقتصادي لطلبية المخزون :

عادة ما يشار الى الكمية التي يتم طلبها في كل عملية شراء على أنه تحديد الحجم الاقتصادي للطلبية . اي تحديد حجم أمر الشراء . ويتحدد ذلك الحجم على اساس تدبئه تكاليف المجموعتين الاولتين من عناصر تكاليف المخزون. ويمكن تحديد الحجم الاقتصادي للطلبية وفقا لأحد مدخليين : إما اعداد جدول ، أو الاعتماد على المدخل الرياضي .

١١-٢-١ . جدول تحديد الكمية الاقتصادية للطلبية :

عندما يتم تحديد الاحتياجات من عنصر معين فان المنشأة قد تصدر عددا كبيرا من الأوامر كل منها بكمية قليلة . واذا اخذنا في الاعتبار عددا صغيرا من الأوامر فانها تنطوي على مقدار قليل من التكاليف لاصدار هذا العدد المحدود من الأوامر مع تحمل تكاليف مرتفعة للاحتفاظ بالمخزون لان متوسط المخزون سوف يكون غالبا . من ناحية أخرى فان زيادة عدد الأوامر ينطوي على تكاليف اصدار أوامر مرتفعة ولكن تكاليف الاحتفاظ بالمخزون سوف تكون منخفضة . وفي دراسة الحجم الاقتصادي للطلبية فاننا نبحث عن حجم الطلبية الذي يصل بهاتين الفئتين من التكاليف لأدنى حد ممكن .

مثال : نفترض أن أحد المنتجين يحتاج الى ٣٠٠٠ جزء معين لأغراض تصنيع انتاجه كل عام . ويحصل على هذه الاجزاء من المورد بتكلفة ٢٠ جنيه للوحدة ، كما أنه يتحمل عناصر التكاليف التالية :

١- التكاليف السنوية للاحتفاظ بوحدة من المخزون ٨ رجنه

٢- تكلفة إصدار أمر الشراء ١٠ رجنه

الحل: يوضح الجدول التالي التكاليف الكلية المرتبطة بالحجم المختلفة لأوامر الشراء

جدول تكاليف المخزون على أساس الأحجام المختلفة لأمر الشراء

١- حجم أمر الشراء	٢٥	٥٠	١٠٠	٢٠٠	٢٥٠	٣٠٠	٤٠٠	١٠٠٠	٣٠٠٠
(وحدات)									
٢- متوسط عدد									
الوحدات في المخزون	١٢٥	٢٥	٥٠	١٠٠	١٢٥	١٥٠	٢٠٠	٥٠٠	١٥٠٠
٣- عدد أوامر الشراء	١٢٠	٦٠	٣٠	١٥	١٢	١٠	٧٥	٣	١
٤- تكاليف الاحتفاظ بالمخزون (٨ رجنه للوحدة)	١٠	٢٠	٤٠	٨٠	١٠٠	١٢٠	١٦٠	٤٠٠	١٢٠٠
٥- التكاليف السنوية الإصدار أوامر الشراء (١٠ رجنه للأمر)	١٢٠٠	٦٠٠	٣٠٠	١٥٠	١٢٠	١٠٠	٧٥	٣٠	١٠
٦- التكاليف الكلية السنوية	١٢١٠	٦٢٠	٣٤٠	٢٣٠	٢٢٠	٢٢٠	٢٣٥	٤٣٠	١٢١٠

وبافتراض أن كمية الاحتياجات السنوية تعادل : ك وحدة بالإضافة الى ما يلي :

- ١- حجم أمر الشراء : أ
- ٢- متوسط عدد الوحدات في المخزون : $\frac{أ}{٢}$
- ٣- عدد أوامر الشراء : $\frac{ك}{أ}$
- ٤- تكاليف الاحتفاظ بالمخزون = متوسط عدد الوحدات في المخزون × معدل تكلفة الوحدة

$$= \frac{أ}{٢} \times ت$$

$$٥- التكاليف السنوية لإصدار أوامر الشراء = عدد الأوامر × تكلفة إصدار الأمر$$

$$= \frac{ك}{أ} \times ج$$

٦- التكاليف الكلية السنوية للمخزون = التكاليف السنوية للاحتفاظ بالمخزون +
التكاليف السنوية لاصدار أوامر الشراء ،

ويتضح أن التكاليف الكلية تبلغ أدنى مستوى عند ما يكون حجم الطلبية ٢٥٠ وحدة ، و ٣٠٠ وحدة . وسوف يقع الحجم الاقتصادي للطلبية بين هاتين النقطتين ويمكن أن نحدد لها بدقة باضافة أعمدة أكثر في الجدول . وسوف نجد أن حجم الطلبية يبلغ - وبدقة - ٢٧٤ وحدة كما يتحدد باستخدام المدخل الرياضى .

١١- ٢- ٢ . المدخل الرياضى لتحديد الحجم الاقتصادي للطلبية :

يمكن أن نحدد الحجم الاقتصادي للطلبية باستخدام معادلة جبرية

$$\frac{2KT}{C} = A$$

حيث = أ = الحجم الاقتصادي للطلبية .

ك = الاحتياجات السنوية بالوحدات .

ت = تكلفة اصدار الأمر .

ت_ح = التكلفة السنوية للاحتفاظ بوحدة من المخزون .

ونعيد كتابة بيانات المثال السابق :

الاحتياجات السنوية (ك) = ٣٠٠٠ وحدة

تكلفة اصدار الامر (ت) = ١٠ جنيه

التكلفة السنوية للاحتفاظ بوحدة المخزون (ت_ح) = ٨ ر

وبالتعويض في دالة تحديد الحجم الاقتصادي للطلبية نجد أن

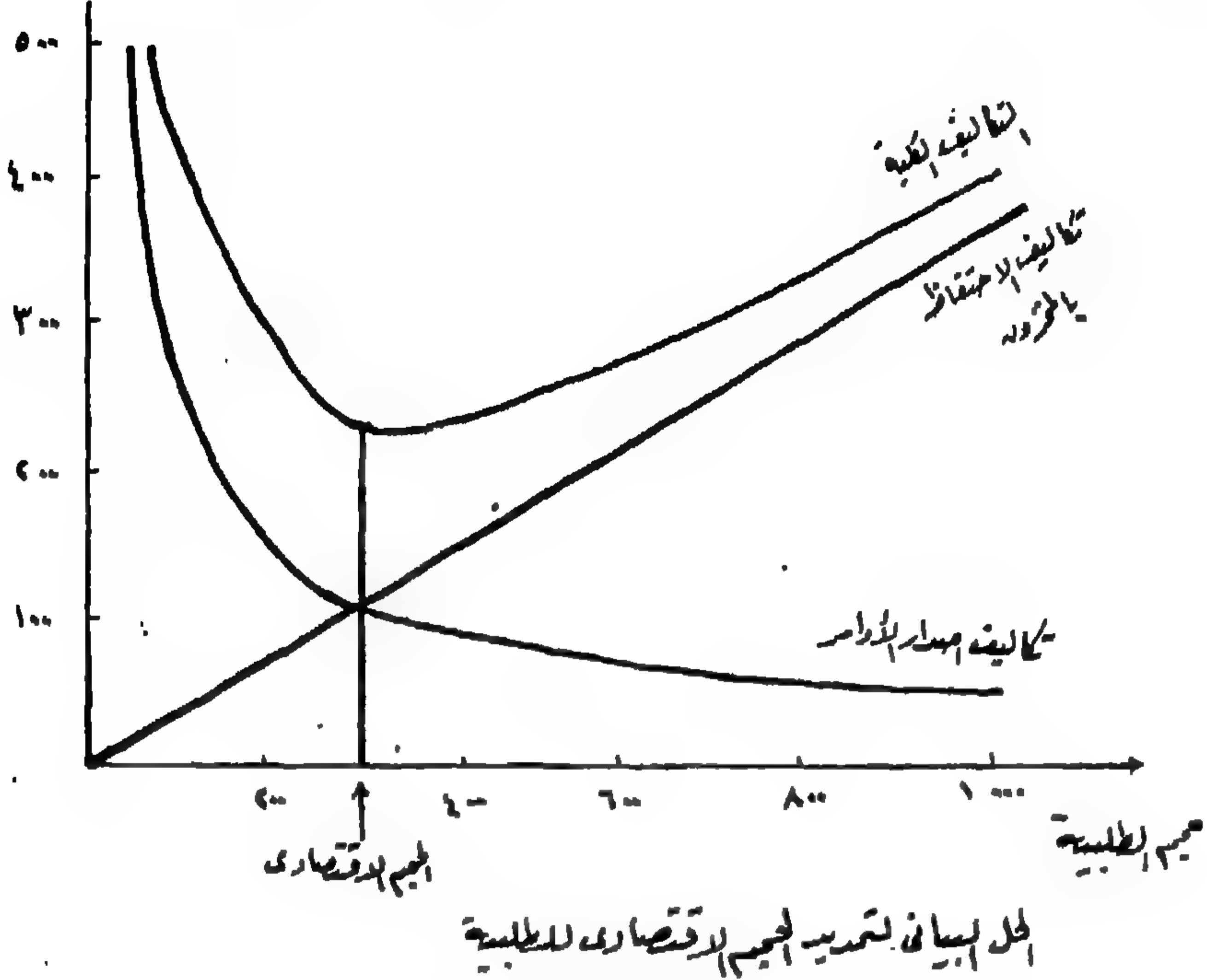
$$\frac{2 \times 3000 \times 10}{8} = A$$

$$75000 =$$

$$\frac{60000}{8} =$$

∴ الحجم الاقتصادي للطلبية = ٢٧٤ وحدة

ويظهر الشكل التالى الحل البيانى لتحديد الحجم الاقتصادى للطلبية



ومع أنه يمكن الحصول بسرعة على البيانات عن طريق الحل الجبرى ، فان من عيوبها انها لا تقدم مدى كبير من المعلومات مثلما اظهر الجدول السابق .

١١ - ٣ . الحجم الاقتصادى لدورة الانتاج :

يمكن تطبيق الحجم الاقتصادى للطلبية لمشكلة تحديد الحجم الاقتصادى لدورة الانتاج . ولقد سادت خلال مدى طويل مشكلة تحديد بدء وانتهاء دورة الانتاج ، ويمكن أن تحل هذه المشكلة بإدخال تكلفة بدء تشغيل دورة جديدة للانتاج فى معادلة الحجم الامثل للمخزون بدلا من تكلفة اصدار أمر الشراء . وتتضمن تكلفة بدء تشغيل دورة الانتاج تكاليف العمل ، والعناصر الأخرى اللازمة للحصول على المهمات اللازمة الاستعداد لدورة انتاج عنصر مختلف . و تستخدم المعادلة التالية :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot T}{C}}$$

حيث :

Q* : الحجم الأمثل لدورة الانتاج

K : الانتاج السنوى المقدر

T : تكلفة بدء دورة الانتاج

C : التكلفة السنوية للاحتفاظ بوحدة من المخزون .

مثال :

يقوم مصنع الشمس بانتاج ٣٠٠٠٠ وحدة من منتج واحد سنويا وتبلغ تكاليف الاستعداد لبدء دورة الانتاج ٦٠٠ جنيه ، كما أن التكاليف السنوية للاحتفاظ بوحدة من المخزون تبلغ أربعة جنيهات ، والمطلوب :
تحديد الحجم الاقتصادي لكل دورة انتاج .

الحل :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot T}{C}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 30000 \cdot 600}{4}} = \sqrt{9000000} = 3000$$

∴ الحجم الأمثل لدورة الانتاج = ٣٠٠٠ وحدة .

١١-٤ . نقطة اعادة الطلب وحجم مخزون الأمان :

هناك بعدان لمشكلة المخزون : ماهو حجم طلبية الشراء ؟ وماهو الوقت الأفضل لطلبها ؟ ولقد تناولنا الحجم الأمثل لطلبية الشراء . أما الوقت الأفضل لاصدار الأمر بالطلبية فقد نوقش دائما بالارتباط بنقطة اعادة الطلب ومخزون الأمان ،

والواقع أننا نبحث عن أفضل تبادل بين الفئتين التاليتين من التكاليف :
(تكاليف الاحتفاظ بالمخزون ، وتكاليف عدم الاحتفاظ بمخزون كان)
وتوضح نقطة إعادة الطلب متى تصدر الأمر أو متى نبدأ الإنتاج لتعويض المخزون المستنفذ ،
وهذه النقطة تعتمد على ثلاثة عوامل :
الحجم الاقتصادي للطلبية (الحجم الاقتصادي لدورة الإنتاج) ، وقت الانتظار ،
ومعدل الاستخدام خلال فترة الانتظار .
ويعرف وقت الانتظار بأنه الفترة بين وقت إصدار الأمر والوقت الذي يتم فيه الاستلام
الفعلي من المورد أو من خط الإنتاج .

١١-٤-١ . الاستخدام الثابت خلال فترة الانتظار :

إذا كان معدل الاستخدام خلال فترة الانتظار معروفاً بالتأكيد ، فإنه يمكن
تحديد نقطة إعادة الطلب على أساس المعادلة الآتية :
نقطة إعادة الطلب = وقت الانتظار × معدل الاستخدام خلال وحدة الزمن .
مثال : في منشأة الاخلاق يبلغ الحجم الاقتصادي للطلبية ٥٠٠ وحدة ، ويبلغ
وقت الانتظار ١٠ أيام ، أما معدل الاستخدام اليومي فيبلغ ٢٠ وحدة فإن نقطة إعادة
الطلب تتحدد كما يلي :

$$\text{نقطة إعادة الطلب} = \text{وقت الانتظار} \times \text{معدل الاستخدام (بالوحدات)}$$
$$= 10 \times 20 = 200 \text{ وحدة}$$

ومعنى ذلك أنه عندما ينخفض مستوى المخزون الى ٢٠٠ وحدة تصدر المنشأة الطلبية
الجديدة .

(لاحظ أننا افترضنا ثبات معدل الاستخدام وأن طول فترة الانتظار مؤكد .

١١-٤-٢ . الاستخدام المتغير خلال فترة الانتظار :

افترضنا في المثال السابق أن الاحتياجات الاسبوعية كانت ثابتة وبمعدل ٥٠ وحدة
ومع أن بعض المنشآت تكون متأكدة من وفرة المخزون ، إلا أن الحالات الشائعة هي
اختلاف معدل استخدام المخزون من فترة لأخرى .
وإذا تغير استخدام المخزون من فترة لأخرى وتغيرت تبعاً لذلك

الاحتياجات وكانت المنشأة تتبع أسلوب إعادة الطلب كما بينا فإنها تواجه عجزاً فى المخزون . فقد يحدث زيادة مفاجئة فى الطلب ، أو تأخر فى استلام المخزون أو غيرها مما يؤدى الى هبوط مستويات المخزون قبل وصول الشحنات الجديدة .

وتتخذ المنشآت التى تواجه مثل الظروف السابقة الحيلة بأن توازن الزيادة فى الاحتياجات نتيجة هذه الظروف بمخزون الأمان ، وهذا المخزون يعتبر بمثابة نسوع من التأمين ضد الزيادة غير العادية فى الطلب أو المشاكل المرتبطة باستلام الطلبات . ويتحدد حجمه على أساس الفرق بين الاحتياجات العادية والاحتياجات القصوى التى يمكن توقعها خلال الفترة . وعلى سبيل المثال إذا كانت المنشأة فى المثال السابق تواجه وضعاً لطلب متغير على منتجاتها ، فإنها يمكن أن تحسب مخزون الأمان على النحو التالى :

الكمية الاقتصادية للطلبية	٥٠٠ وحدة
فترة الانتظار	٣ أسابيع
متوسط الاستخدام الأسبوعى	٥٠ وحدة
الحد الأقصى للوحدات المستخدمة أسبوعياً	٦٥ وحدة
مخزون الأمان	٤٥ وحدة

الاحتياجات القصوى المتوقعة فى الأسبوع	٦٥ وحدة
متوسط الاحتياجات فى الأسبوع	٥٠ وحدة
الزيادة	١٥ وحدة
فترة الانتظار	٣ أسابيع
مخزون الأمان	٤٥ وحدة

ويظهر فيما يلي كيفية تحديد نقطة إعادة الطلب على أساس هذه المعادلة ثم

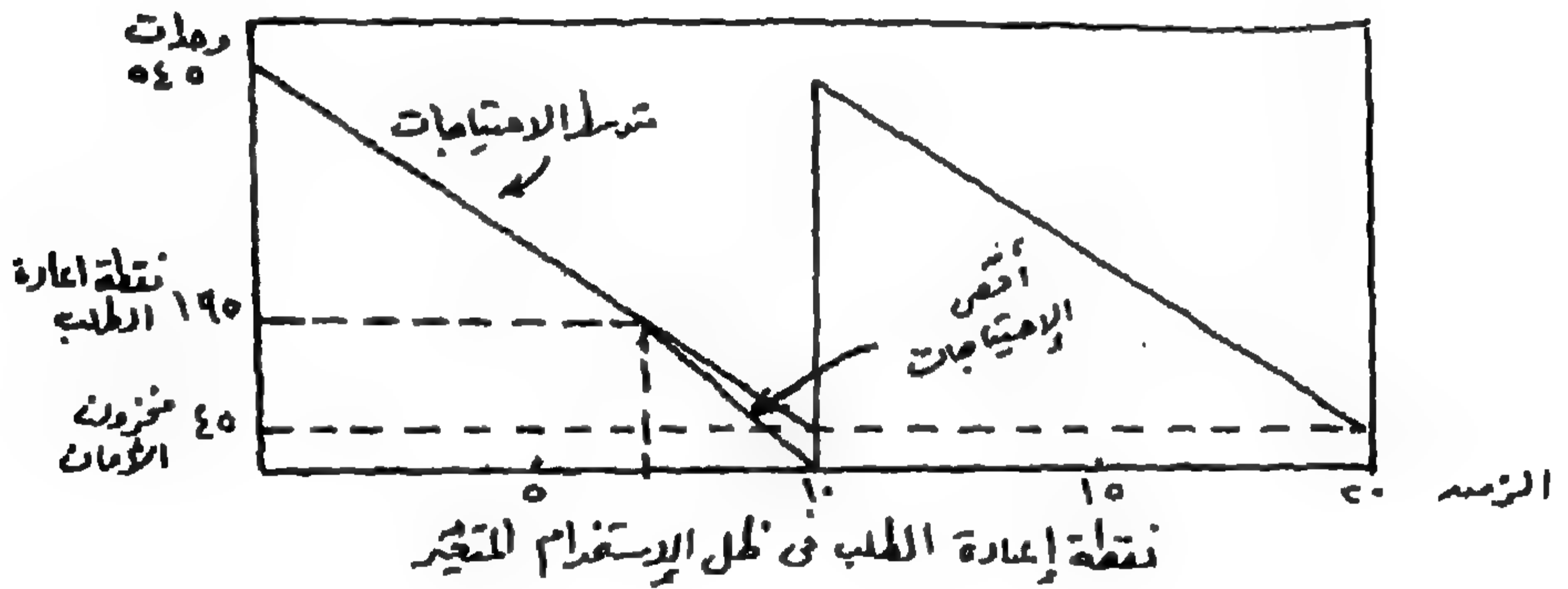
بيانها .

تحدد نقطة إعادة الطلب بإضافة مخزون الأمان الى متوسط الاستخدام لفترة الانتظار كلها .

نقطة إعادة الطلب = فترة الانتظار × متوسط الاحتياجات اليومية أو الأسبوعية
+ مخزون الأمان

نقطة إعادة الطلب = (٣ أسابيع × ٥٠ وحدة) + ٤٥ وحدة

= ١٩٥ وحدة .



أسئلة وتعارين الفصل الثالث

أولا : الأسئلة :

السؤال الأول :

أ - ما هي المعلومات التي تراها ضرورية في الخطوة الأولى لاعداد الموازنة التقديرية الشاملة للنشاط الجارى ؟

ب - هل تعتقد أنه من المريح للمنشأة أن تحتفظ بحجم مخزون كبير جدا أم حجم قليل جدا من المخزون ؟ وما الفرق بين الحجم الاقتصادي لطلبية المخزون ونقطة اعادة الطلب ؟

ج - تتداخل العلاقات بين الموازنات التقديرية للنشاط وموازنات الموارد لاعداد خطة تقديرية شاملة - اشرح .

السؤال الثانى :

- باعتبارك المحاسب الادارى لمنشأة النجاح ، وطلب اليك المدير العام أن تعد برنامجا دراسيا للعمال من الموازنات التقديرية :
اختر ثلاثة عناصر مما سوف تتناوله فى هذا البرنامج واكتب عن كل منها خمسة أسطر .

السؤال الثالث :

أ - تعتبر الموازنة التقديرية النقدية من الموازنات الجارية لأنها تعد دوريا ، بينما تعتبر الموازنة التقديرية للانتاج من موازنات الموارد عندما يكون الانتاج هو المصدر الوحيد للسلع التامة التى تبيعها المنشأة - ما رأيك ؟

ب - اذا تم التنبؤ بالمبيعات وحدد مخزون أول وآخر الفترة فإنه يكون من الممكن اعداد الموازنة التقديرية للانتاج علما بأن الشركة تنتج نصف مبيعاتها ، على على هذه العبارة .

ج - تحتاج الى بعض المعلومات لكي تعد الموازنات التقديرية ، عليك أن تتصل بالمشرفين للحصول عليها ، فماذا تفعل ؟

أذهب اليهم - تستدعيتهم - تتصل بهم تليفونيا - ترسل اليهم خطابات - ترسل

أحد مساعدك . . .

اختر واحدا من هذه البدائل وبرر اختيارك له وعدم اختيارك للبدائل الأخرى .

السؤال الرابع :

تظهر بعض العناصر في حساب الدخل التقديرى دون أن تظهر في الموازنة التقديرية للنقدية والعكس صحيح ، وتظهر عناصر أخرى في كلا القائمتين ولكن ليس بالضرورة بنفس القيمة . علق على هذه العبارة مع ذكر مثالين لكل من المجموعات الثلاث .

السؤال الخامس :

حدد أيًا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير وجهة نظرك فيما لا يزيد على ثلاثة أسطر على وجه التحديد .

١ - يتحدد الحجم الأمثل للإنتاج خلال كل دورة إنتاجية على ضوء المبيعات والمخزون في بداية ونهاية الفترة .

٢ - تتحدد نقطة إعادة الطلب على أساس الحجم الاقتصادي للطلبية ولذلك يكون تحديد هامد قيقا لارتباطها بالأسلوب الرياضى لتحديد الكمية الاقتصادية للطلب .

٣ - يجب الاهتمام بالمدى الأدنى للتكلفة أكثر من الاهتمام بالنقطة الأدنى تكلفة .

٤ - تتساوى أهمية نقطة إعادة الطلب في حالة الاستخدام الثابت أو المتغير خلال فترة الانتظار وكذلك طريقة حسابها .

٥ - ينطوى تحديد الحجم الاقتصادي للطلبية على مبادلات بين التكاليف الكلية للمخزون عند الأحجام المختلفة للاحتياجات حتى يتم الوصول للحجم الاقتصادي للطلبية .

٦ - تصمم الموازنات التقديرية بالدرجة الأولى للمنظمات التى تواجه تعقيدات محدودة ودرجة منخفضة من عدم التأكد في عملياتها اليومية .

٧ - ان السبيل الوحيد لاحكام الرقابة على النشاط الجارى هو إعداد الموازنات التقديرية الثابتة .

٨ - ان اشتراك المشرفين في مراحل إعداد الموازنة التقديرية يؤدي الى أن تصبح موازنة تقديرية مرنة تعبر عن رأى مجموعة عريضة من المسئولين .

- ٩ - تختلف الموازنة التقديرية المرفة المعدلة عن الموازنة الاحتمالية وفى أن الأخيرة تحدد الاحتمالات المرتبطة بالأحداث وبالتالى تتحقق المرونة .
- ١٠ - يكون الدور الرئيسى لموازنة البرامج تخطيطيا بينما تؤدي موازنات المسئولية دورها الأساسى فى مجال الرقابة .

ثانيا - التمارين :

التمرين الأول :

اعتادت شركة " الأمل " أن تطلب المواد الأولية (س) بكمية قدرها ٣٢٥٠ وحدة والتي تكفى احتياجات ستة وعشرين أسبوعا . ولقد قررت الادارة أن تغير هذا النظام الى آخر موضوع على أساس الحجم الاقتصادى لأمر الشراء . ويتم استخدام المواد بمعدل ١٢٥ وحدة أسبوعيا ، يبلغ سعر الوحدة ١٥ جنيه ويتكلف اصدار أمر الشراء ٧٥ جنيه ويمكن أن تصل الطلبية بعد ثلاثة أيام من طلبها ، وتبلغ التكلفة السنوية للاحتفاظ بالوحدة ٣ جنيه . والمطلوب :

- أ - أن تحسب الحجم الاقتصادى لأمر الشراء ، ونقطة اعادة الطلب .
- ب - احسب نقطة اعادة الطلب اذا كان مخزون الأمان المطلوب وقت الانتظار المحتمل وهو خمسة أسابيع مع زيادة معدل الاستخدام الى ٢٠٠ وحدة أسبوعيا .
- ج - ما هو حجم المبالغ التى ستوفرها المنشأة باستخدام الطريقة الجديدة (افترض نقطة اعادة الطلب التى تم حسابها فى (ب) ' .

التمرين الثانى :

تقوم شركة " خالد وشركاه " بتصنيع وبيع المنتجين (س) ، (ص) وفى سبتمبر ١٩٨١ قام قسم الموازنات التقديرية بالشركة بجمع لبيانات التالية عن تقديرات المبيعات واحتياجات الموازنة التقديرية لعام ١٩٨٢

(١) المبيعات المقدرة :

سعر	وحدات	
٢٠ جنيه	٦٠.٠٠٠	المنتج (س)
١٠٠ جنيه	٤٠.٠٠٠	المنتج (ص)

(٢) المخزون من المنتجات :

المتوقع فى ٨٢ / ١ / ١	المطلوب فى ٨٢ / ١٢ / ٣٠	
٢٠٠٠٠ ر	٢٥٠٠٠	المنتج (س)
٨٠٠٠ ر	٩٠٠٠	المنتج (ص)

(٣) المواد الأولية :

— لكى يتم انتاج وحدة واحدة من كل من المنتجين تستخدم المواد الأولية التالية :

المادة الأولية	وحدة القياس	المنتج (س)	المنتج (ص)
أ	كيلو جرام	٤	٥
ب	كيلو جرام	٢	٣
ج	عدد	—	١

— تقديرات المواد الأولية عن عام ١٩٨٢

المادة الأولية	سعر الشراء المتوقع	المخزون المتوقع فى ٨٢ / ١ / ١	المخزون المطلوب فى ٨١ / ١٢ / ٣١
أ	٨ جنيه	٢٢٠٠٠ كيلو	٣٦٠٠٠ كيلو
ب	٥ جنيه	٢٩٠٠٠ كيلو	٣٢٠٠٠ كيلو
ج	٣ جنيه	٦٠٠٠ وحدة	٧٠٠٠ وحدة

(٤) احتياجات العمل المقدرة والمعدلات المعدة لعام ١٩٨٢

المنتج	ساعات عمل الوحدة	معدل الساعة (جنيه)
س	٢	٣
ص	٣	٤

(٥) يبلغ معدل المصروفات الصناعية ٢ جنيه لكل ساعة عمل مباشر

(٦) يقدر رصيد النقدية فى أول يناير ١٩٨٢ بمبلغ ٧٥٠٠٠٠ جنيه .

(٧) قدرت المصروفات الصناعية بمبلغ ٩٥٠٠٠٠ جنيه متضمنة الاهلاك الذى تبلىح فيمته ١٠٠٠٠٠ جنيه ، ويتم سداد الباقى خلال السنة .

(٨) المبيعات جميعها نقدية ، وتقدر المصروفات العامة الادارية والبيعية بما يعادل

١٠٪ من مبيعات الفترة وتسدد عند الاستحقاق .

وتقدر الضرائب بمبلغ ٨٠٠.٠٠٠ جنيه تدفع خلال السنة .

والمطلوب : اعداد الموازنات التقديرية : المبيعات (بالقيمة) ، الانتاج (بالوحدات)
، مشتريات المواد الأولية (بالكميات وبالقيمة) ، العمل المباشر ، النقدية للعام .

التمرين الثالث :

فيما يلي الميزانية العمومية لشركة نهضة مصر كما تظهر في ١٩٨١ / ١٢ / ٣١ .

رأس المال	١٥٨٨٠٠٠	آلات ومعدات	٢٤٠٠٠٠
أرباح محجوزة	٩٤٨٠٠	- مجمع آهلاك	٦٠٠٠٠
			١٨٠٠٠
		المخزون	
دائنون	٢٢٠٠٠	مواد أولية (١)	٦٩١٤
ضرائب مستحقة	٢٧٠٠٠	انتاج تام (٢)	٨٠٠٠٠
			١٤٧٠٩٤
		مدينون (٣)	٥٦٠٠٠٠
		- احتياطي ديون	٣٢٠٠٠
		مشكوك فيها	٥٢٨٠٠٠
		النقدية	١٢٠٠٠٠
	٢٠٥٥٠٩٤		٢٠٥٥٠٩٤

(١) تتضمن ٦٢٠٠ كيلو جرام من المادة (ع) سعر ٢٩٤ جنيه ، ١٢٦٠٠ كيلو

جرام من المادة (ن) سعر ٣٩٢ جنيه .

(٢) ٤٠٠٠ وحدة سعر ٢٠ جنيه .

(٣) تتضمن ٨٠٠.٠٠٠ جنيه من مبيعات الربح الثالث من عام ١٩٨١ وقدرها ١.٠٠٠.٠٠٠ ر

جنيه ، ٤٨٠.٠٠٠ جنيه من مبيعات الربح الرابع ١٩٨١ وقدرها ٦٠٠.٠٠٠ جنيه .

وفيما يلي البيانات الخاصة بالموازنات التقديرية للشركة عن ١٩٨٢ :

أ - المبيعات : يبلغ سعر بيع الوحدة ٣٠ جنيه ، والمبيعات السنوية ١١٠.٠٠٠ وحدة موزعة على الفترات المتساوية الأربع بنسبة ٢ : ٣ : ٤ : ٢ بالترتيب . وتعادل مبيعات الربع الأول من عام ١٩٨٣ مبيعات الربع الثاني من عام ١٩٨٢ .

ب - المخزون : يقدر المخزون التام الصنع في نهاية كل ربع سنة بما يعادل ٢٠٪ من احتياجات الربع التالي . وبالنسبة للمواد الأولية تصل النسبة السابقة إلى ٣٠٪ ، غير أنه يراود الاحتفاظ في ١٩٨٢ / ١٢ / ٣١ بمقدار ٩٢٠٠ كيلو جرام من نوعي المواد الأولية .

ج - التكاليف الصناعية : يلزم الوحدة كيلو جرام من المادة (ع) ، صنف الكمية من المادة (ن) وعلى أساس أسعار ١٩٨١ / ١٢ / ٣١ . ويلزم للوحدة نصف ساعة عمل مباشر ، وتتكلف كل وحدتين أربعة جنيهات عمل مباشر ، ستة جنيهات مصروفات صناعية متغيرة ، ويبلغ لتكاليف الثابتة السنوية ٤٧٢٦٤٠ جنيه وتتضمن اهلاك ١٢٢٠٠٠ جنيه .

د - التكاليف البيعية والإدارية : عمولات وتوزيع بمعدل ٣ جنيه للوحدة ، اعلان ٢٠.٠٠٠ جنيه سنويا ، إدارية ٤٠.٠٠٠ جنيه سنويا .

هـ - المدفوعات النقدية : تشتري المواد الأولية بشروط ١٠ / ٢ صافي ٣٠ يوم وتحصل الشركة دائما على الخصم وتقيد الصافي . يدفع ٩٠٪ من تكلفة المشتريات خلال الربع الذي يتم فيه الشراء والباقي خلال الربع التالي . أما سعر الكتالوج للوحدة من المادة (ع) ، المادة (ن) فيبلغ ٣ جنيه ، ٤ جنيه على التوالي . وتسبب المدفوعات الأخرى عند استحقاقها ماعدا ضرائب الدخل التي تسدد خلال الربع التالي .

و - المتحصلات النقدية : تتم المبيعات على أساس ٢٠٪ نقد ، ٨٠٪ على الحساب ، وترسل الفواتير للعملاء في اليوم الأول من الربع التالي بشروط ١٠ / ٢ صافي ٦٠ يوم . ويتم تحصيل ٥٠٪ من قيمة الفواتير خلال فترة الخصم ، ٤٠٪ يتم استلامها بعد فترة الخصم ولكن خلال ربع السنة الذي صدرت فيه الفاتورة ، ٢٥٪ تسدد خلال الربع التالي ، ٢٥٪ لا تستلم إطلاقا (ديون معدومة) ويتم اعدامها في

نهاية الربع الثاني التالى للبيع ، كما يتم تكوين احتياطي للديون المشكوك فيها بنسبة ٢٪ من المبيعات عند وقت البيع ، وطبقا لما تتطلبه مصلحة الضرائب يسجل الخصم المسموح به خلال ربع السنة الذى يمنح فيه .

ز - معلومات أخرى : يفترض أن الأسعار والتكاليف والتقنية ثابتة ، وتبلغ ضريبة الدخل ٤٠٪ ، يتم توزيع أرباح مقدارها ٢٠٠٠ ر. جنيه كل ربع سنة ، وسوف يتم شراء معدات جديدة تكلفتها ٣٠٠٠ ر. جنيه فى نهاية عام ١٩٨٢ .

والمطلوب :

(١) اعداد الموازنات التقديرية : للمبيعات ، الانتاج ، المواد الأولية المباشرة ، المصروفات الصناعية ، المصروفات البيعية والادارية .

(٢) اعداد قائمة الدخل التقديرية ، الموازنة التقديرية للنقدية ، والميزانية العمومية التقديرية فى ٣١ / ١٢ / ١٩٨٢ .

التعريف الرابع :

تم انشاء معهد تدريس على أعمال الفنادق ، وتعاونت محافظة الاسكندرية مع وزارة السياحة على تخطيط وتنفيذ مشروع المعهد من عدة سنوات ، وفيما يلى توضيح الموازنة التقديرية لنفقات المعهد عن السنة المنتهية فى ٣٠ / ٦ / ١٩٨٣ :

نفقات النشاط الجارى

التعليم	جنيه	جنيه
عام	١٦٠٠ ر	١٤٠ ر
تدريس مهنى	١١٢ ر	١٥١٣ ر
خدمات الطلبة	٣٦ ر	٢٠٠ ر
نقل بالأتوبيسات	٥١ ر	٧٠٠ ر
تغذية بالمعهد	٨٨ ر	٠٠٠ ر
رعاية وخدمات طبية	١٤ ر	٠٠٠ ر
نفقات الادارة	٤٦ ر	٠٠٠ ر

والمطلوب :

(١) اعداد جدول لتقدير مجموع الأموال اللازمة من الضرائب المحلية للسنة الدراسية ٨٢ - ٨٣ للمعهد .

(٢) حساب تكلفة النشاط الجارى لكل طالب منتظم وكل طالب تدريب مهني والتي يجب مقابلتها بأموال الضرائب المحلية ، افترض توزيع النفقات غير التعليمية على جميع الطلبة بالتساوي .

(٣) بدون التقيد باجابتك في (١) افترض أن حصيله الضرائب المفدرة لتغطية احتياجات المعهد لعام ٨٢ / ٨٣ تبلغ ٢٠٠٠ ر ٩٢ ر ١ جنيه ، والمطلوب تحديد معدل الضرائب المحلية اللازمة لهذا الغرض .
التمرين الخامس :

تحتاج " شركة غادة " الصناعية الى ١٠٠٠٠ وحدة من المادة (ع) كل عام . وتستخدم المادة في الانتاج على مدار العام بمعدل ثابت . وتوضح أحدث الدراسات التي أجرتها الشركة أن تكاليف الاحتفاظ بوحدة من المادة (ع) تبلغ ٦ ر جنيه سنويا . كما قدرت الشركة تكاليف اصدار أمر شراء المادة (ع) بمبلغ ٧٥ جنيه . ويلزم للطلبية سنة أيام في المتوسط حتى يتم استلامها من المورد ، غير أنه أحيانا لم تصل الطلبيات حتى تسعة أيام ، ونادرا ما لا تصل حتى ١١ يوما . وتبلغ تكلفة الوحدة من المادة (ع) ٤ جنيه . وتعمل الشركة في المتوسط ٣٦٠ يوما في السنة .

والمطلوب :

١ - حساب الكمية الاقتصادية للطلبية .

٢ - ماهو حجم مخزون الأمان الذي تنصح به الشركة ؟ ولماذا ؟

٣ - تقدير التكاليف الكلية السنوية المرتبطة بطلب المادة (ع) والاحتفاظ بها .

التمرين السادس :

تقوم شركة الطفل السعيد بانتاج وبيع بعض انواع لعب الاطفال ، وتقدم الشركة عن طريق مهندسيها الاكفاء بتصميمهم للعب ، وقد أظهرت الخبرة العاصية أن دورة الحياة الانتاجية للعبة ثلاثة سنوات . وقد أدى الترويج خلال السنوات الاولى الى ضخامة مبيعاتها ، ولكن شهدت السنة الاخيرة اضمحلالا . ويعسم الطلب على اللعب الى ثلاث فئات : حوالى ٣٠٪ فوق التوقعات ، ٦٠٪ ماتم التنبؤ به ، ١٠٪ فيببـسول

المستهلك لها محدودا . وقد قررت الادارة أن تنتج لعبة جديدة وفيما يلي توقعات المبيعات الخاصة بها .

المبيعات المقدرة (ألف وحدة)	طلب المستهلك على اللعبة الجديدة الاحتمان			
١٩٨٤ .	١٩٨٣	١٩٨٢		
٦٠٠	٢٥٠٠	١٢٠٠	%٣٠	فوق المتوسط
٤٠٠	١٧٠٠	٧٠٠	%٦٠	متوسط
١٥٠	٩٠٠	٢٠٠	%١٠	تحت المتوسط

وتتعدر التكاليف الصناعية المتغيرة بواقع %٣٠ من المبيعات . أما التكاليف الصناعية الثابتة المرتبطة بالانتاج الجديد - وبخلاف الاهلاك ، فتبلغ ٥٠٠٠٠ جنيه سنوياً ونحتاج الشركة لآلة جديدة تتكلف ٨٦٠٠٠٠ جنيه تنم أقامتها في ١ / ١ / ١٩٨٢ لانتاج اللعبة الجديدة وتستهلك على أساس قسط سنوى (جزء من مجموع ارقام السنوات) ولا يوجد للآلة استخدام آخر . وتباع في نهاية السنة الثالثة ببيعها خردة والمقدرة بمبلغ ١١٠٠٠٠ جنيه . وسوف يتم استغلال الجزء الخالى من المصنع والذي ليس له استخدام آخر ، أما الايجار الذي يدفع مقابلته فهو ٢٠٠٠٠ جنيه سنوياً وقد توعدت الشركة أن مصروفات الترويج تبلغ ١٠٠٠٠٠ جنيه ، ١٥٠٠٠٠ جنيه ، ٥٠٠٠٠٠ جنيه بترتيب السنوات .

المطلوب :

(١) اعداد الموازنة التقديرية للعبة الجديدة عن كل سنة ، آخذاً في الاعتبار احتمالات المبيعات .

(٢) اعداد قائمة تقديرية للدخل لبرنامج اللعبة الجديدة .

الفصل الرابع

اتخاذ القرارات في مجال تخطيط الأرباح

١- مقدمة :

يرتبط اصطلاح الحجم الذي نبحثناه في دراستنا للموازنات التقديرية باصطلاح الطاقة . وتتكون الطاقة من المقدار الثابت لامكانيات الانتاج او الافراد في منظمه ما والذين يلتزمون بعملياتها . والحجم هو استعمال الطاقة . وكلاهما يعبر عن نقطة مستهدفة ، وتمثل مجالا لاهتمام الموازنات التقديرية . ولقد استحدثنا - في الموازنات التقديرية - مقاييس عديدة للحجم ، مثل : عدد وحدات الانتاج ، ساعات العمل ، وحدات المواد ، والتكاليف التقديرية لكل من هذه المدخلات ويعتبر لمقياس الحجم أهمية أولى في اعداد الموازنات التقديرية . وقد يرجع ذلك لارتباط بعض عناصر التكاليف بالحجم دون الأخرى . ومع أن هناك عوامل أخرى تؤثر في التكاليف ، إلا أنه عادة يتم الاهتمام بعلاقتها مع الحجم . وفي هذا الفصل من الدراسة نتناول تحليل التكلفة / الحجم / الربح ، والذي يمثل محورا هاما لتخطيط الأرباح . والقرارات بما يتضمنه ذلك مجالات استخدام تحليل التعادل ومناقشة الافتراضات التي يقوم عليها واخيرا سوف نتناول اتخاذ القرار في مجال التسمير ومقاييس التكاليف لاعراض القرارات .

٢- تحليل علاقات التكلفة / الحجم / الربح :

يقوم تحليل التكلفة / الحجم / الربح على افتراضات سعر البيع ، وامكاناته فصل التكاليف الى عناصرها الثابتة والمتغيرة بدرجة مقبولة من الدقة ، ولا يكفي بحصائصها خلال المدى الذي يتناوله التحليل . وفي حالات تعدد المستجاب ، يفترض أن تظل نسب كل منها ثابتة في تشكيل الاحجام المختلفة .

والتكاليف المتغيرة هي التي يتغير مجموعها تبعا للتغيرات في حجم الانتاج ، أو حجم المبيعات ، أو أي مقياس آخر للحجم . فتعني الزيادة في مخرجات الانتاج زياده متناسبة في التكاليف المتغيرة للانتاج . والتكلفة المتغيرة لانتاج الوحدة تعادل التكلفة الحدية أو التكلفة المضافة لانتاج وحدة اضافية واحدة عندما يزيد الحجم . ومعنى ذلك أن المحاسبين يفترضون أن التكلفة الحدية أو المضافة لانتاج كل وحدة اضافية تكون ثابتة خلال الفترة الزمنية المعينة ، غير أنه علينا ان نذكر أن التكاليف المتغيرة لا تعبر عن التكاليف المضافة لها خلال المدى الكلي للاحجام الممكنة من النشاط ، وإنما يكون ذلك لتعبير صحيحا خلال المدى العلائم للمسايط ، ومعنى ذلك أنه المدى من الحجم

الذى تتوقع أن تظل خلاله تقديراتنا لمسلك التكلفة الصحيحة . ويختلف المدى الملائم باختلاف المنشآت ، كما يختلف بالنسبة للمنشأة الواحدة خلال الفترات المتتالية .
والتكاليف الثابتة هي تلك التى لا تتأثر بالنعيرات فى الحجم ، وبأختصار تبقى ثابتة بصرف النظر عن التغيرات فى حجم الإنتاج . ويشير الاصطلاح ايضا الى التكاليف اللازمة للمحافظة على الطاقة خلال فترة زمنية معينة . وفى المدى الطويل تصبح كل التكاليف متغيرة ، لأن الامكانيات التى تقدم الطاقة للإنتاج يجب أحلالها ، كما أن حجمها سوف يستجيب فى المدى الطويل للتغيرات فى الحجم . ولهذا نجد أن من الأهمية بمكان أن يقترن الحديث على مسلك التكاليف بتحديد الفترة الزمنية موضع الاعتبار .

ترتبط التكاليف الثابتة بالمدخلات التى لا تتطلب استجابة للتغيرات فى النشاط الكلى أو مخرجات المنشأة ونميز فيها عنصرين :

التكاليف الثابتة الملزمة : Committed Fixed Costs

وهى التى ينطوى عليها تعديم الطاقة ، وتظهر نتيجة افتناء الأصول المنتجة للطاقة مثل المباني والمعدات وغيرها مما يستخدم لفترات طويلة من الزمن ، وبالإضافة تشمل التكاليف الثابتة الملزمة عناصر ضرائب الملكية التأمين مرتبات الافراد الرئيسيين والاهلاك . ولا يمكن تخفيض التكاليف الثابتة الملزمة بدرجة جوهرية دون التأثير على طاقة المشروع فى استمرار عملياته بالمستوى الحالى . وقد تباع معدات أو يسرح مد يرمن لتخفيض التكاليف فى المدى القصير ، غير أنه نادرا ما يتم تخفيض التكاليف الثابتة الملزمة بهذا الأسلوب .

التكاليف الثابتة الاختيارية : Discretionary Fixed Costs

وتسمى أحيانا التكاليف المبرمجة : Programmed Costs ، أو التكاليف الخاضعة للإدارة Managed Costs ، وهى نتيجة لقرارات إدارية لتنفيذ بعض الأنشطة مثل البحوث والتطوير ، برامج التدريب ، الاستشارات ، الإعلان ، ترويج المبيعات . ويتم تحمل مثل هذه التكاليف أو تخفيضها وفقا لاختيار الإدارة .

وعند ما تكون التكاليف ثابتة فى خلال مدى من النشاط ، ثم تتغير لمستوى جديد عند تغير النشاط فإنها تسمى تكاليف متدرجة ، وترجع طبيعة هذا النوع من التكاليف لعدم قابلية بعض المدخلات للتجزئة وتختلف معالجتها بحسب مقدارها

والتكاليف المختلطة هي التي تتكون من عناصر ثابتة وعناصر متغيرة ، وغالبا ما يعبر
الجزء الثابت من التكاليف المختلطة عن تكلفة للطاقة ، بينما يتأثر العنصر المتغير
بالتغيرات في حجم النشاط ، وقد تسمى أحيانا التكاليف شبه متغيرة .

ويعتبر الربح المباشر محور نظرية التكاليف المباشرة أو المتغيرة ،
ويناس ببساطة على اند الفرق بين الايرادات والتكاليف المتغيرة .
الربح المباشر = الايرادات - التكاليف المتغيرة .

وقد تحدد التكاليف المتغيرة لتشمل التكاليف المتغيرة الصناعية فقط . وبذلك يكون
الربح المباشر الصناعي = الايرادات - التكاليف الصناعية المتغيرة .
ويكون هذا المفهوم للربح ملائما حينما تهتم الادارة بدراسة علاقات التكلفة / الحجم /
لنشاط الانتاج فقط ، وخاصة حينما تدرس خطوط الانتاج في المنشأة .
وفد تشمل التكاليف المتغيرة جميع العناصر المتغيرة (صناعية ، بيعية ، ادارية)
وبذلك يكون :

الربح المباشر = الايرادات - التكاليف المتغيرة

ويكون هذا المفهوم ملائما حينما تهتم الادارة بعلاقات التكلفة / الحجم في المنشأة
كوحدة ، وهنا تصبح التكاليف غير الصناعية المتغيرة ملائمة ، مثلها في ذلك الصناعية
المتغيرة . وبالنسبة للوحدة فان الربح المباشر يحدد كما يلي :
الربح المباشر الصناعي للوحدة = سعر البيع - التكلفة الصناعية المتغيرة للوحدة .
الربح المباشر للوحدة = سعر البيع - التكاليف المتغيرة الصناعية وغير الصناعية
بعض التعريفات :

* المدخل الحدى Contribution Approach : وهو يعتبر أحد أشكال
التنارير الداخلية التي توضح علاقات التكاليف / الربح / الحجم . وتستخدم التكاليف
المتغيرة والتكاليف الثابتة كأسس رئيسية لنموذج القائمة الحدية .

* الربح المباشر أو هامش الربح Contribution Margin : هو الفرق
الحسابى بين الايرادات والتكاليف المتغيرة ، والذي يعبر عن المقدار المتاح لمقابلة
التكاليف الثابتة أولا ثم المساهمة في الأرباح . والربح المباشر للوحدة هو الفرق بين
السعر والتكلفة المتغيرة للوحدة .

* معدل الربح المباشر Contribution - Margin Ratio : وهو معدل الربح المباشر الى الايرادات ، أو معدل الربح المباشر للوحدة الى السعر . ويعبر هذا المعدل عن النسبة من كل جنيه من المبيعات التى تساهم أولاً فى تغطية التكاليف الثابتة ثم تحقيق الربح .

* معدل الربح المباشر أو معدل هامش الربح Contribution Margin Ratio كما أنه يمكن التعبير عن العناصر الأساسية فى التحليل الحدى على أساس قيمتها . فانه يمكن التعبير عنها فى صورة نسب مئوية .

و يسمح مدخل الربح المباشر بالتعرف على كيفية مساهمة المنتجات المختلفة فى استرداد التكاليف الثابتة وتحقيق الأرباح . وتظهر القائمة التالية الربح المباشر على أساس خطوط الانتاج .

اجمالى	ج	ب	أ	
	٥٠ وحدة	٢٠ وحدة	١٠ وحدات	
١٢٠٠٠	٥٠٠٠	٤٠٠٠	٣٠٠٠	المبيعات
٧٤٠٠	٢٥٠٠	٢٤٠٠	٢٥٠٠	التكلفة الصناعية المتغيرة
٤٦٠٠	٢٥٠٠	١٦٠٠	٥٠٠	الربح المباشر الصناعى
٢١٠٠	١٠٠٠	٦٠٠	٥٠٠	تكاليف غير صناعية متغيرة
٢٥٠٠	١٥٠٠	١٠٠٠	٠٠٠	الربح المباشر
١٠٠٠	٣٠٠	٤٠٠	٣٠٠	تكاليف ثابتة مباشرة
١٥٠٠	١٢٠٠	٦٠٠	(٣٠٠)	صافى الربح القطاعى
١٠٠٠	٤٠٠	٤٠٠	٢٠٠	تكاليف ثابتة موزعة
٥٠٠	٨٠٠	٢٠٠	(٥٠٠)	صافى الربح

ونظرا لأن التكاليف الثابتة لا تتغير بتغيرات الحجم ، فان البيانات النهائية هى تلك التى يظهر مدى مساهمة المنتجات المختلفة (خطوط الانتاج) فى أرباح الشركة .

المنتج (أ) لا يساهم ، أما المنتج (ب) فيحقق ربح حدى ٥٠ جنيه عن كل وحدة ، ويبلغ معدل الربح الخدى ٣٠% (١٥٠٠ ÷ ٥٠٠٠) . وعلى ذلك فان المنتج (أ) لا يساهم فى أرباح الشركة ، ولا يبدؤ وأن الشركة سوف تكون أفضل عند ما تنتجه . أما كلا المنتجين (ب) ، (ج) فهما مربحان ، على أن المنتج (ب) يحقق أعلى هامش ربح للوحدة .

وتوضح القائمة السابقة نقطة هامة ، فنجد أن بعض التكاليف الثابتة يمكن التعرف عليها باعتبارها تكاليف ثابتة قطاعية تخص منتج معين أو خط انتاجى معين ، وظهرت تحت اسم تكاليف ثابتة مباشرة ، ذلك أنها مباشرة بالنسبة للخط الانتاجى . أما التكاليف الثابتة الأخرى فقد ظهرت باعتبارها تكاليف ثابتة موزعة . وتعتبر التكاليف الثابتة المباشرة بمثابة تكاليف يمكن تجنبها اذا ما توقف انتاج خط معين . وحينما توجد قابلية لفصل التكاليف الثابتة المباشرة على النحو السابق ، فان هامش الربح للمنتج (خـطـ الانتاج) سوف يمثل مقياسا لمساهمة فى الأرباح .

وحيث تكون المنشأة قد التزمت فعلا بالتكاليف الثابتة القابلة للفصل (المباشرة) فان التكاليف الثابتة المرتبطة مباشرة بخط الانتاج تصبح غير ملائمة . وعلى متخذ القرار أن يدرس صافى الربح القطاعى . وفى تلك الحالات التى لم تلتزم فيها المنشأة بالتكاليف الثابتة المباشرة ، فان الربح المباشر الصناعى يكون ملائما .

٣- تحليل التعادل :

يقصد بالتعادل تساوى حدثين ، أما موضوع التعادل (الحدثين) فهم
ايرادات المنشأة وتكاليفها ، ويقاس كميًا بمقدار من المبيعات (الايرادات) ، ويعبر
عنه بالحجم أو القيمة . وعند ما يعد الرسم بياني تمثل فيه الايرادات والتكاليف على
المحور الرأسى ، وحجم المبيعات على المحور الافقى ، فان نقطة التعادل هى التى
يتقاطع عندها خط الايرادات مع خط التكاليف الكلية ، حيث تتساوى الايرادات الكلية
من المبيعات مع التكاليف الكلية لها . وعند ما تعمل المنشأة عند نقطة التعادل فانها
لا تحقق ارباحاً أو خسائر .

المبيعات = التكاليف المتغيرة + التكاليف الثابتة + صافى الربح

المبيعات - التكاليف المتغيرة - التكاليف الثابتة = صافى الربح

وعند التعادل :

المبيعات - التكاليف المتغيرة - التكاليف الثابتة = صفر

∴ الربح المباشر = التكاليف الثابتة

وعلى ذلك يمكن استخلاص العلاقات التالية :

$$\begin{aligned} \text{حجم التعادل} &= \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{الربح المباشر للوحدة}} \\ \text{، قيمة التعادل} &= \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{التكاليف المتغيرة}} \\ &\quad \text{سعر البيع} \end{aligned}$$

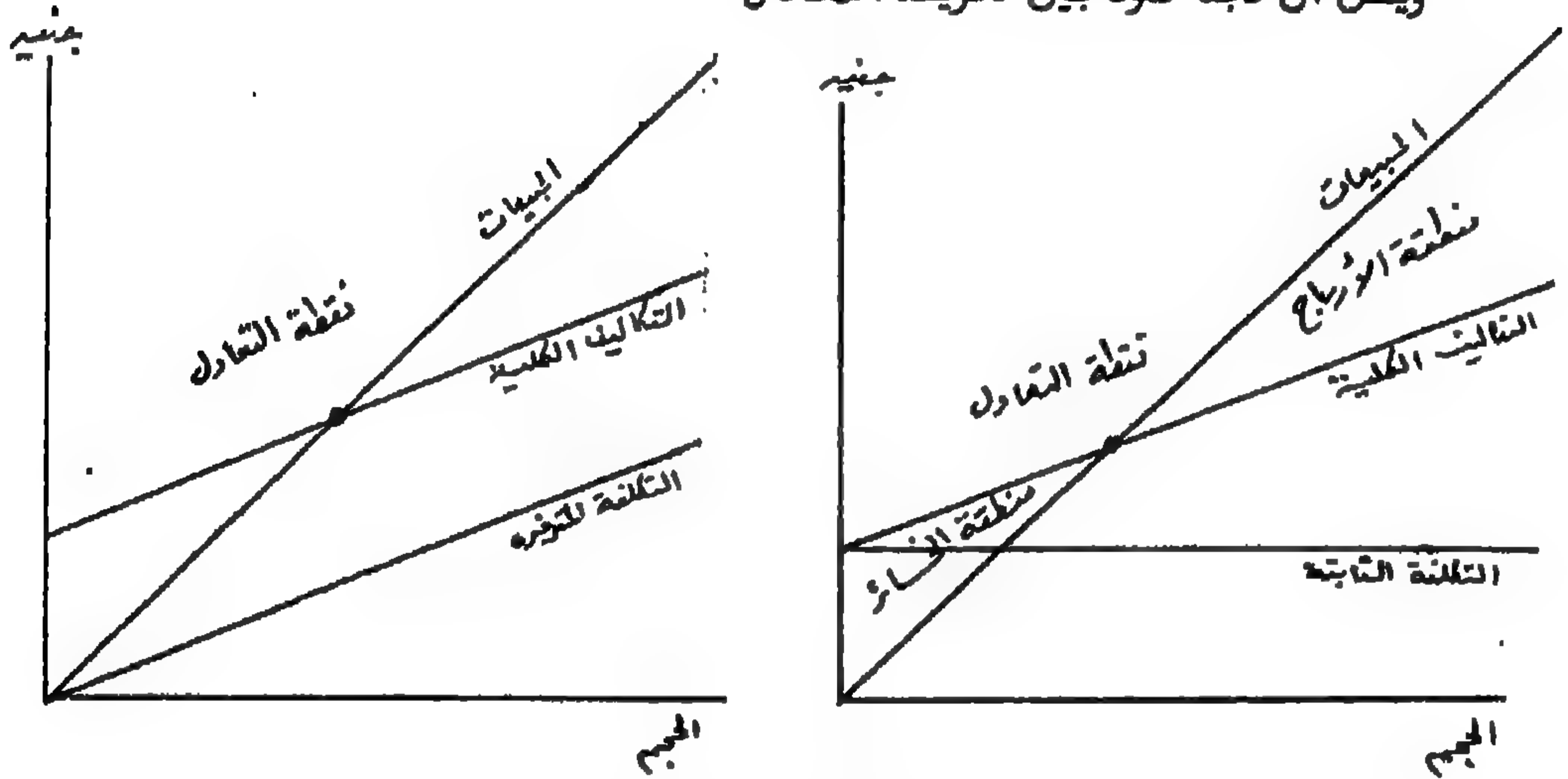
ومن المعادلة السابقة نجد ان :

$$\text{قيمة التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{نسبة الربح المباشر}}$$

* خريطة التعادل Breakeven Chart - وهى عبارة عن عرض بياني لعلاقات التكلفة / الحجم / الربح خلال المدى الملائم مع التركيز الخاص على النقطة التى تتساوى فيها التكاليف الكلية مع الإيرادات الكلية .

* نقطة التعادل Breakeven Point هى نقطة تقاطع على خريطة علاقة التكلفة / الحجم / الربح حيث تتساوى التكاليف الكلية بدفعة مع الإيرادات الكلية .

ويمكن أن نجد نموذجين لخريطة التعادل :



النموذج التقاسيمي ← خارج لخرائط التعادل ← نموذج المدخل المدى

٤- نماذج الاستخدامات المختلفة لتحليل التكلفة/الحجم/الربح وتحليل التعادل:

نتناول في هذا الجزء النماذج المختلفة لاستخدام : تحليل التكلفة/ الحجم/ الربح وتحليل التعادل . وسوف يكون عرضنا لهذه النماذج من خلال امثلة عديدة توضح كيفية الاستخدام .

وفي اطار هذا التحليل (تحليل التعادل) يمكن ان نحصل على اجابات للأسئلة التالية :

• ماهو حجم العمليات المطلوب لتحقيق ربح معين من ظل أسعار معينة وهيكل تكاليف معين ؟

• اذا انخفضت الأسعار بنسبة معينة ، ماهى الزيادة فى الحجم اللازمة للمحافظة على المستوى السابق للأرباح ؟

• اذا أمكن تخفيض التكاليف المتغيرة عن طريق تطبيق الآلية (ومن ثم زيادة التكاليف الثابتة) ماهو حجم التخفيض المطلوب لتحقيق حجم معين من الأرباح ؟ وبافتراض أن المستوى الحالى للعمليات سيستمر فى المستقبل ؟

• اذا زادت التكاليف المتغيرة بنسبة معينة ، فما هو تأثير ذلك على الأرباح بافتراض أن الحجم سوف يزيد بنسبة معينة ؟

مثال : -

* تقوم شركة النصر بتصنيع وبيع نوع معين من أجهزة الراديو ، ويبلغ سعر البيع ٦٥ جنيه وتبلغ التكاليف المتغيرة ٤٠ جنيها تشمل المواد الاولية والعمل المباشر والمصروفات الصناعية المتغيرة ، وتبلغ ٢٠ جنيه ، ١٥ جنيه ، ٥ جنيه على التوالي . وتبلغ المصروفات الصناعية الثابتة ٢٥٠.٠٠٠ جنيه سنويا .

وتتضمن المصروفات البيعية والادارية جزاء متغيرا يعادل ٥ جنيه لكل وحدة منتجة يتم بيعها ، ويبلغ الجزء الثابت ٥٠.٠٠٠ جنيه سنويا ، يتم تحديد نقطة التعادل كما يلى :

التكاليف المتغيرة للوحدة : مواد أولية + عمل مباشر + م. ص متغيرة + م. بيعيه وادارية

$$\text{متغيرة} = 20 + 15 + 5 + 5 = 45 \text{ جنيه}$$

$$\text{الربح المباشر للوحدة} = 65 - 45 = 20 \text{ جنيه}$$

$$\text{التكاليف الثابتة} = 250,000 + 50,000 = 300,000 \text{ جنيه}$$

$$\text{حجم التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{الربح المباشر للوحدة}} = \frac{300,000}{20} = 15,000 \text{ وحدة (وحدات)}$$

$$\text{قيمة التعادل} = 15,000 \text{ وحدة} \times 65 \text{ جنيه} = 975,000 \text{ جنيه (جنيها)}$$

وهي نفس النتيجة اذا ما استخدمنا المعادلة :

$$\text{نقطة التعادل (بالقيمة)} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{نسبة الربح الحدى}}$$

$$= \frac{300,000}{\frac{20}{65}} = \frac{300,000}{20} \times 65 = 975,000 \text{ جنيه}$$

* ما هو حجم المبيعات الضروري لتحقيق صافي ربح 50,000 جنيه

يتحقق هذا الربح عند ما يكون الربح المباشر مساويا 350,000 جنيه (التكاليف الثابتة + الربح المستهدف).

$$\text{ويكون : الحجم المطلوب} = 350,000 + 20 = 17,500 \text{ وحدة}$$

* ما هو حجم الربح المحقق عند مبيعات 20,000 وحدة ؟

يتحدد ذلك الربح كما يلي :

$$20,000 \text{ وحدة} (65 - 45) = 300,000 - (100,000) \text{ جنيه "خسارة"}$$

* ما هو حجم الزيادة في نقطة التعادل نتيجة تخفيض سعر البيع بمقدار 15% يصبح

$$\text{سعر البيع للوحدة} = 85\% \times 65 \text{ جنيه} = 55.25 \text{ جنيه}$$

ويظهر حط مبيعات جديد بعميل آخر ، أما حجم التعادل فيصبح كما يلي :

$$\text{حجم التعادل الجديد} = \frac{300,000}{65 - 55.25} = 29,269 \text{ وحدة}$$

$$\text{أى بزيادة قدرها : } 29,269 - 15,000 = 14,269 \text{ وحدة}$$

* ماهى الزيادة فى حجم التعادل نتيجة زيادة تكلفة العمل المباشر ١٠٪

التكلفة المتغيرة للوحدة = ٤٥ + (١٥ × ١٠٪) = ٤٦ر٥ جنيه

$$\therefore \text{حجم التعادل} = \frac{٢٠٠٠٠٠}{٤٦ر٥ - ٦٥} = ١٦٢١٧ \text{ وحدة}$$

أى بزيادة قدرها ١٢١٧ وحدة

* تحديد الربح المباشر الناتج من زيادة معينة فى حجم المبيعات :

مثال : افترض البيانات التالية :

التكاليف الثابتة ٢٠ر٠٠٠ جنيه ، التكلفة المتغيرة للوحدة ٨ر٤ جنيه ، سعر البيع ١٠ر٥ جنيه. وأنه يراد تحديد الربح الحدى الناتج من زيادة قدرها ١٥٧٥٠ جنيه فى المبيعات .

$$\text{الربح المباشر} = ١٠ر٥ - ٨ر٤ = ٢ر١ \text{ جنيه}$$

$$\therefore \text{نسبة الربح المباشر} = \frac{٢ر١}{١٠ر٥} \times ١٠٠ = ٢٠\%$$

الربح المباشر الناتج من زيادة قدرها ١٥٧٥٠ جنيه فى المبيعات

$$= ١٥٧٥٠ \times ٢٠\% = ٣١٥٠ \text{ جنيه}$$

مثال : تنتج إحدى الشركات منتجا وحيدا تباعه بسعر ١ر٢٥ جنيه وتبلغ التكلفة المتغيرة

للوحة ٧٥ر٠ جنيه ، وتبلغ التكاليف الثابتة السنوية ٣٠٠ر٠٠٠ جنيه .

وعلى ذلك يكون :

$$\text{نقطة التعادل (وحدات)} = \frac{٣٠٠ر٠٠٠}{١ر٢٥ - ٧٥ر٠} = ٦٠ر٠٠٠ \text{ وحدة}$$

$$\text{نقطة التعادل بالقيمة} = ٦٠ر٠٠٠ \times ١ر٢٥ = ٧٥ر٠٠٠ \text{ جنيه}$$

ويمكن تحديد نقطة التعادل على أساس :

$$\text{معدل الربح المباشر} = \frac{٥}{١٢٥} = ٤٠\%$$

$$\therefore \text{نقطة التعادل} = \frac{٣٠٠ر٠٠٠}{٤٠\%} = ٧٥٠٠٠ \text{ جنيه}$$

وقد أوضحنا سابقا أن نقطة التعادل تتأثر بالتغيرات التى تحدث فى أى من عناصر

التكاليف الثابتة أو المتغيرة أو سعر البيع . ويمكن القول بصحة عامة أنه بزيادة معدل الربح المباشر تنخفض نقطة التعادل ، كما أنه كلما زادت التكاليف الثابتة ترتفع نقطة التعادل ويمكن أن نتناول باختصار أثر مجموعة من التغيرات على نقطة التعادل - بافتراض بيانات المثال السابق بالإضافة للبيانات التالية في كل حالة :

أ - زيادة سعر البيع إلى ١٥٠ جنيه
نقطة التعادل = $\frac{30000}{150 - 75} = 40000$ وحدة

ب - زيادة التكاليف المتغيرة إلى ٩٥ جنيه
نقطة التعادل = $\frac{30000}{125 - 75} = 100000$ وحدة

ج - افترض زيادة التكاليف الثابتة بمقدار ٣٠٠٠ جنيه

نقطة التعادل = $\frac{30000 + 30000}{125 - 75} = 160000$ وحدة

د - افترض زيادة السعر إلى ١٥٠ جنيه ، زيادة التكلفة المتغيرة إلى ٩٥ جنيه والتكاليف الثابتة بمقدار ٦٠٠٠ جنيه .

نقطة التعادل = $\frac{33000}{150 - 95} = 60000$ وحدة

* حجم المبيعات اللازم لتعويض معين في سعر البيع :

بافتراض بيانات المثال السابق ، ماهو حجم المبيعات اللازم لتعويض نقص مقداره

٤٢ جنيه في سعر البيع للمحافظة على الأرباح المحققة من بيع ٢٠٠٠٠ وحدة حالياً ؟

الربح المباشر = ٢٠٠ جنيه × ٢٠٠٠٠ وحدة = ٤٢٠٠٠ جنيه

أو باستخدام نسبة الربح المباشر :

٢٠% × ٢٠٠٠٠ وحدة × ١٠٥ جنيه = ٤٢٠٠٠ جنيه

الأرباح المحققة حسب المستوى الحالي = ٤٢٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ = ٢٢٠٠٠ جنيه

حجم المبيعات اللازم لتعويض النقص في سعر البيع

= $\frac{\text{الربح المطلوب} + \text{التكاليف الثابتة}}{\text{المعدل الحالي للتكلفة المتغيرة}}$

١ - النسبة المئوية للتخفيض في سعر البيع

$$\frac{42000}{\frac{0.8}{1-0.4}} = \frac{20000 + 22000}{\frac{0.8}{1-0.42}} =$$

$$252000 \text{ جنيه} = \frac{42000}{\frac{1}{6}} = \frac{42000}{\frac{1}{6}} =$$

لاحظ أن :

$$\begin{aligned} \text{سعر البيع الجديد} &= 10.5 - 0.42 = 10.08 \text{ جنيه} \\ \text{عدد الوحدات} &= 252000 \div 10.08 = 25000 \text{ وحدة} \\ \text{التكاليف المتغيرة} &= 25000 \times 8.4 = 210000 \text{ جنيه} \\ \text{الربح المباشر} &= 210000 - 252000 = 42000 \text{ جنيه} \\ \text{صافي الربح} &= 42000 - 20000 = 22000 \text{ جنيه} \end{aligned}$$

ويمكن الوصول لنفس النتيجة :

$$\begin{aligned} \text{النسبة الجديدة للربح الحدى} &= \frac{10.08 - 8.4}{10.08} \times 100 = \frac{2}{3} = 16.6\% \\ \text{الربح المباشر} &= 42000 + \frac{2}{3} \times 252000 = 252000 \text{ جنيه} \end{aligned}$$

* استخدام تحليل التعادل في تقييم التنبؤات :

نعيد لذاك أياها القارئ ما أشرنا إليه عند التنبؤ بالبيعات في عرضنا للموازنات التنبؤية في الفصل السابق ، حيث تقوم الشركة باستخدام المدخل الكلى أو المدخل الجزئى أو كليهما للحصول على تقديرات لحجم الطلب على مبيعات المنشأة ، والآن نريد أن نجري تقييما لهذا التنبؤ . ولقد نقول بأنك قد عارنت التنبؤات بالسنوات السابقة وبحثت عن أسباب اختلافات والعوامل الملائمة وغير الملائمة ، ولا يمنع ذلك أن نستخدم أداة أفضل في هذا المجال . ونرغب الآن أن نقارن التنبؤات التي تم الحصول عليها

بهيكل تحليل التعادل، لتعيس فاعلية وكفاءة التنبؤ .
ومع أنه في حالات كثيرة يتم قبول نتائج التنبؤ اذا أظهرت زيادة في صافي الربح كنسبه
من المبيعات عن عام سابق .

شركة الوادى الجديد

تحليل التعادل لتنبؤات المبيعات عام ١٩٨٢

صافي المبيعات	هيكل الربح المعياري	التنبؤات	التنبؤات (أعلى) أول من المعيار
حـ %	حـ %	حـ %	حـ %
١٢٥٠٠٠٠٠	١٢٥٠٠٠٠٠	١٢٥٠٠٠٠٠	١٢٥٠٠٠٠٠
نكته المبيعات			
مواد مباشرة	٥٠٠٠٠٠٠	٥٢٥٠٠٠٠	٥٢٥٠٠٠٠
عمل مباشر	١٢٥٠٠٠٠	١٣١٠٠٠٠	١٣١٠٠٠٠
م ص	١٢٥٠٠٠٠	١٢٥٠٠٠٠	١٢٥٠٠٠٠
مجموع	٨٠٠٠٠٠٠	٨٢٨٠٠٠٠	٨٢٨٠٠٠٠
مصرفات أخرى	٤٥٠٠٠٠٠	٤١٢٠٠٠٠	٤١٢٠٠٠٠
بيعية	٥٢٥٠٠٠٠	٥٤٠٠٠٠٠	٥٤٠٠٠٠٠
بحوث	٣١٢٥٠٠	٣١٠٠٠٠	٣١٠٠٠٠
إدارية	٢١٢٥٠٠	١٩٠٠٠٠	١٩٠٠٠٠
مجموع	١٠٥٠٠٠٠	١٠٤٠٠٠٠	١٠٤٠٠٠٠
الربح قبل الضريبة	٣٤٥٠٠٠٠	٣٠٨٠٠٠٠	٣٠٨٠٠٠٠

بيانات أخرى

نقطة التعادل (جنيه)	٣٤٢١٠٥٠	٣٧١٤٢٩٠	٢٩٣٢٤٠
معدل الربح الحدى	% ٣٨	% ٣٥	% ٨٦

والسؤال الآن : كيف يمكن الاستفادة من هذا التحليل ؟

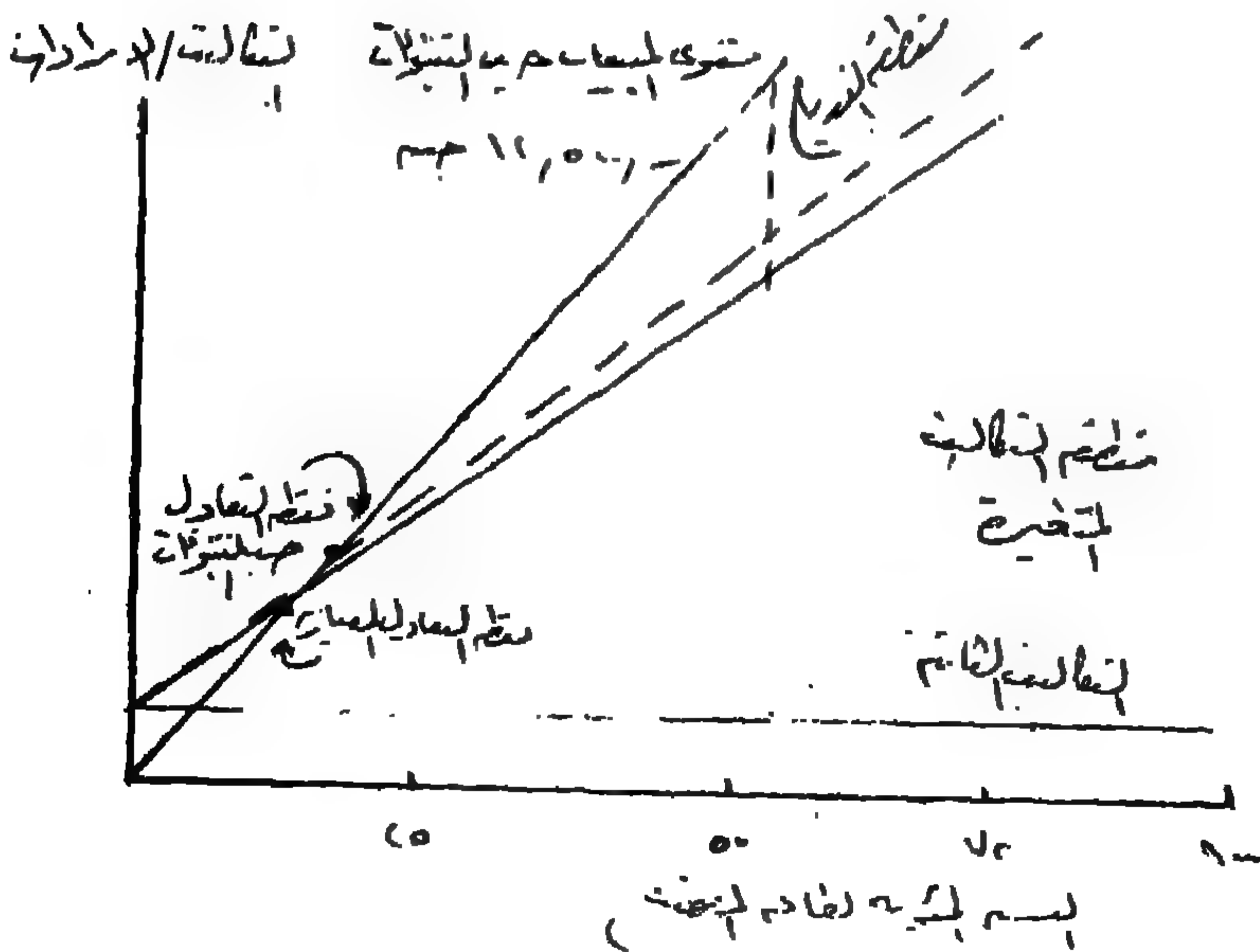
الزيادة الكبيرة نلاحظها في المواد الأولية سواء من ناحية العينة أو النسبة .
ويمكن تحليل الزيادة في المواد ٥% أي مبلغ ٢٥٠.٠٠ ر. ٢٥٠ جنيه يجب تحليلها لتحديد
سبب زيادة التكاليف هل ترجع الى تغير التشكيلة ؟ أو لزيادة التكلفة في خط انتاجي
معين ؟ . لقد اظهر تحليل التعادل هذه العلاقة الواضحة للزيادة في التكاليف
ونفى تحليلها بعمق أكثر .

أما الزيادة التالية فتبلغ ٦٠.٠٠ ر. ٦٠ جنيه في العمل المباشر ، وتحتاج بدورها لتحليل
أكثر لمعرفة موطئها ، وسببها ، وإمكانية تحسين الخطة .

يلي ذلك المصروفات الصناعية التي زادت بمقدار ٤% أو ٧٠.٠٠ ر. ٧٠ جنيه . ويجب أن
تراجع الموازنات التقديرية للأقسام لتحديد منطلق معظم الزيادة وأسبابها . فإذا كانت
هذه الأسباب ترجع لمصروفات الصيانة فهل من الصواب أن تغير المشروعات ؟ ما هو
أفضل مدخل لعلاج هذه المشكلة إذا رعبت أن تأخذ في الاعتبار الظروف المرتبطة
بالمدي الطويل .

ويمكن أن تظهر خريطة التعادل لشركة الوادي الجديد على أساس المعلومات التي
تتضمنها القائمة السابقة كما يلي :

خريطة التعادل لاظهار نقطة التعادل المعيارية
ونقطة التعادل حسب التنبؤ



* هامش الأمان : يعبر هامش الأمان عن زيادة المبيعات الفعلية أو القسدية على مبيعات التعادل . وقد يعبر عنه بالحجم أو القيمة . وقد ترغب الإدارة في معرفة هامش الأمان في النشاط المخطط أو الفعلي لأنه يوضح الكمية التي يمكن أن تنقص بها المبيعات قبل تحقيق خسائر .

مثال : نفترض ان التكاليف الثابتة لشركة (س) تبلغ ٢٠٠٠ جنيه وان سعر بيع الوحدة يبلغ ٥ جنيه ونسبة الربح المباشر ٤٠٪ ، والمبيعات ١٥٠٠٠ وحدة . نحدد هامش الأمان كما يلي :

$$\begin{aligned} \text{الربح المباشر للوحدة} &= ٥ \times ٤٠\% = ٢ \text{ جنيه} \\ \text{حجم التعادل} &= ٢ \div ٢٠٠٠ = ١٠٠٠ \text{ وحدة} \\ \text{هامش الأمان} &= \text{حجم المبيعات} - \text{حجم التعادل} = ١٥٠٠٠ - ١٠٠٠ = ١٤٠٠٠ \text{ وحدة} \\ \text{هامش الأمان (بالقيمة)} &= ١٤٠٠٠ \times ٥ = ٧٠٠٠٠ \text{ جنيه} \\ \text{نسبة هامش الأمان} &= \frac{\text{هامش الأمان}}{\text{المبيعات}} \times ١٠٠ = \frac{٧٠٠٠٠}{١٥٠٠٠} \times ١٠٠ = ٤٦.٦\% \\ \text{نسبة هامش الأمان} &= \frac{١}{٣} \times ١٠٠ = ٣٣.٣\% \end{aligned}$$

* تكلفة الفرصة البديلة وتحليل التعادل : لا يمكن للمنشأة أن تستخدم الأموال المستمرة في نشاط معين أي استخدامات أخرى . وأحد التدفقات لتكلفة الفرصة البديلة لاستخدام مورد معين هو التدفق النقدي الصافي الذي كانت ستحصل عليه المنشأة اذا استخدم المورد في أفضل بديل تالي .

وقد يربع المحاسب الإداري ان يتضمن تحليل التعادل تكلفة الفرصة البديلة ، ولتحقيق ذلك فانه يمكن استخدام تكلفة ضمنية للفرصة البديلة واعتبارها عنصر تكلفة اضافي في تحليل التكلفة / الحجم / الربح . ويمكن تحديد التكلفة الضمنية للفرصة البديلة على أساس تكلفة الاموال في المنشأة والقيمة السوقية للاستثمار .

ولنفترض أن قيمة الاستثمارات ٥٠٠.٠٠٠ جنيه وان معدل العائد الممكن تحقيقه على هذه الاموال اذا استثمرت في مكان آخر يبلغ ١٠٪ ، وتبعاً لذلك فانه يمكن أن نقول التكلفة الضمنية للفرصة البديلة تصبح : $٥٠٠.٠٠٠ \times ١٠\% = ٥٠.٠٠٠$ جنيه . ونذكر ببيانات شركة النصر :

التكلفة الثابتة ٣٠٠.٠٠٠ جنيه ، سعر بيع الوحدة ٦٥ جنيه ، التكاليف المتغيرة للوحدة ٤٥ جنيه

$$\text{نقطة التعادل (متضمنة تكلفة الفرصة البديلة)} = \frac{٥٠.٠٠٠ + ٣٠٠.٠٠٠}{٦٥ - ٤٥}$$

$$= \frac{٣٥٠.٠٠٠}{٢٠} = ١٧٥٠٠ \text{ وحدة}$$

* ضرائب الدخل وتحليل التعادل : بينما لا تؤدي ضرائب الدخل الى تغيير نقطة التعادل في النموذج الاساسي ، فانها تؤثر على الأرباح والخسائر بتعبير الميسل والمحور الرأسى اسفل خط التكلفة . وبالنسبة لقسم معين أو عملية في منشأة رابحة يمكن أن يستفيد من ترسييل الخسائر . وبالنسبة للعملية التي لا تمثل جزءاً من منشأة رابحة ولا يمكنها الافادة من ترحيل خسائر التشغيل فان الضرائب تؤثر فقط على خط التكلفة خلف نقطة التعاون الاصلية ، اذا اخذت تكلفة الفرصة البديلة بعد الضرائب في حساب نقطة التعادل فان ضرائب الدخل سوف تؤثر على حسابها .
ونوضح ذلك فيما يلى :

في المثال السابق افترض اننا نرغب حساب حجم المبيعات المطلوب لتحقيق ربح بعد الضريبة قدرة ٥٠.٠٠٠ ر.جنيه وتحديد هامش الأمان في المبيعات المخططة بمقدار ٢٥.٠٠٠ وحدة وبافتراض أن معدل ضريبة الدخل ٤٠٪ لكى نحصل على ربح بعد الضريبة ٥٠.٠٠٠ ر.جنيه فان ذلك يتطلب ان يكون ربح قبل الضريبة ٨٣.٣٣٣ ر.جنيه .

$$\text{حجم المبيعات المطلوب} = \frac{٨٣.٣٣٣ + ٣٠.٠٠٠}{٤٥ - ٦٥} = ١٩١٦٧ \text{ وحدة}$$

أما هامش الأمان فيساوى : ٢٥.٠٠٠ - ١٩١٦٧ = ٥٨٣٣ وحدة
واحد يد حجم المبيعات اللازم لتحقيق أرباح بعد الضرائب يمكن أن نستخدم المعادلة الآتية :

$$\text{حجم المبيعات (لتحقيق ربح معين بعد الضريبة)} = \frac{\text{التكاليف الثابتة} + \frac{\text{الربح المستهدف}}{\text{١ - معدل الضريبة}}}{\text{سعر بيع الوحدة} - \text{التكلفة المتغيرة للوحدة}}$$

(على الطالب افتراض مثال وتطبيق المعادلة)

فكرة التكلفة الفعالة :

وبالنسبة لقسم في منشأة رابحة أو ذلك الذى يستفيد من ترحيل الخسائر فـإن معادلة التكلفة الفعالة :

$$\text{التكلفة الفعالة} = (١ - \text{معدل الضريبة}) \times \text{التكاليف الثابتة} + \text{التكاليف المتغيرة} + \text{الوحدة} \\ \times \text{معدل الضريبة} \times (\text{سعر بيع الوحدة} - \text{التكلفة المتغيرة للوحدة}) \times \text{حجم المبيعات}$$

وتنطبق المعادلة على البيانات السابقة :

$$\text{التكلفة الفعالة} = \{ (١ - ٤٠\%) \times ٣٠.٠٠٠ + ٤٥ \} + \{ (٤٥ - ٦٥) \times ٤٠\% \} \times \text{ك}$$

ك = حجم المبيعات

$$\text{التكلفة الفعالة} = ١٨٠.٠٠٠ + ٥٣ ك$$

* يمكن أن نستفيد من العلاقات المختلفة في التعرف على البيانات الناقصة، والمثال التالي يوضح ذلك .

من واقع بيانات شركة السعادة عن عام ١٩٨٠ اتضح أن نقطة التعادل تبلىع ٥٦٣٣٣ جنيه ، وتبلىع نسبة هامس الأمان ٢٩.٥٨ % . وتفوم الشركة بانتاج وبيع ثلاثة منتجات ع ، ل ، م حيث تبلىع نسبة المبيعات من كل منهما الى المبيعات السنوية ٢٥ % ، ٤٠ % ، ٣٥ % . كما تبلىع نسبة الربح الحدى ٤٠ % ، ٣٥ % ، ٦٠ % بنفس الترتيب .

الحل : افترض أن : قيمة المبيعات = ك

$$٥٦٣٣٣ + ٢٩.٥٨ \% ك = ك$$

$$٥٦٣٣٣ = ك \times ٧٠.٤٢$$

$$٠.٠ = ك = \frac{١٠٠}{٧٠.٤٢} \times ٥٦٣٣٣ = ٨٠.٠٠٠ \text{ جنيه}$$

$$\text{مبيعات المنتج (ع)} = ٨٠.٠٠٠ \times ٢٥ \% = ٢٠.٠٠٠ \text{ جنيه}$$

$$\text{مبيعات المنتج (ل)} = ٨٠.٠٠٠ \times ٤٠ \% = ٣٢.٠٠٠ \text{ جنيه}$$

$$\text{مبيعات المنتج (م)} = ٨٠.٠٠٠ \times ٣٥ \% = ٢٨.٠٠٠ \text{ جنيه}$$

$$\text{التكاليف المتغيرة للمنتج (ع)} = ٢٠.٠٠٠ \times ٦٠ \% = ١٢.٠٠٠ \text{ جنيه}$$

$$\text{التكاليف المتغيرة للمنتج (ل)} = ٣٢.٠٠٠ \times ٦٥ \% = ٢٠.٨٠٠ \text{ جنيه}$$

$$\text{التكاليف المتغيرة للمنتج (م)} = ٢٨.٠٠٠ \times ٦٠ \% = ١٦.٨٠٠ \text{ جنيه}$$

$$\begin{matrix} (ع) & (ل) & (م) \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} ٢٥ \% & ٤٠ \% & ٣٥ \% \end{matrix}$$

طالما أن نسبة التشكيلة

٠.٠

جنيه	جنيه	جنيه	
١٩٧١٧	٢٢٥٣٢	١٤٠٨٤	(١) المبيعات من المنتجات
			عند نقطة تعادل الشركة
٦٠ %	٣٥ %	٤٠ %	(٢) ، نسبة الربح المباشر :
٤٠ %	٦٥ %	٦٠ %	(٣) ، نسبة التكلفة المتغيرة :
٧٨٨٧	١٤٦٤٦	٨٤٥٠	(٤) ، التكلفة المتغيرة :
١١٨٣٠	٧٨٨٦	٥٦٣٤	(٥) ، التكاليف الثابتة الموزعة :
			(١) - (٤)

ومن هذه البيانات يمكن اعداد قوائم تكاليف للمنتجات الثلاثة .

* تشكيلة المبيعات :

سوف يقدم " مطعم العريش " الكباب وعصير الفواكه بالاصالة الى الأسماك التي كان يقدمها ، وقد كان الربح الحدى المحقق من ١٢٠٠ وجبة سمك ٥٩٤ جنيه ، كما كان معدل الربح الحدى ٤٥ % . وبالنسبة للكباب وعصير الفواكه فان معدلات الربح الحدى ستكون أقل .

دعنا نفترض أنه سيباع ٨٧٥ وجبة كباب بسعر ١٦٠ جنيه والتكلفة المتغيرة ١٢٠ جنيه ، وأنه سيتم بيع ١٦٠ كوبا من عصير الفواكه بسعر ٢٥٠ جنيه وأن التكلفة المتغيرة ٢٠ جنيه وشباع وجبة السمك بسعر ١٦٠ جنيه .

يمكن أن نلخص بيانات التكاليف عن هذه المنتجات كما يلى :

أسمك	كباب	عصير	اجمالى	
١٣٢٠	١٤٠٠	٤٠٠	٣١٢٠	المبيعات (جنيه)
٧٢٦	٩٨٠	٣٢٠	٢٠٢٦	التكاليف المتغيرة
٥٩٤	٤٢٠	٨٠	١٠٩٤	الربح المباشر
%٤٥	%٣٠	%٢٠	%٣٥	نسبة الربح المباشر

والآن دعنا نختبر أثر انخفاض مبيعات السمك على متوسط هامش الربح ، فإذا افترضنا أنها انخفضت الى النصف ، نظهر القائمة السابعة كما يلى :

أسمك	كباب	عصير	اجمالى	
٦٦٠	١٤٠٠	٤٠٠	٢٤٦٠	المبيعات
٣٦٣	٩٨٠	٣٢٠	١٦٦٣	التكاليف المتغيرة
٢٩٧	٤٢٠	٨٠	٧٩٧	الربح المباشر
%٤٥	%٣٠	%٢٠	%٣٢٫٤	نسبة الربح الحدى

وهكذا نجد انخفاض متوسط نسبة هامش الربح من ٣٥ % الى ٣٢٫٤ % ، ويرجع ذلك الى انخفاض مبيعات المنتج الذى يحقق أعلى هامش ربح . ويحدث العكس ، فلو ان مبيعات العصير انخفضت الى النصف لأدى ذلك الى ارتفاع متوسط هامش الربح (على الطالب أن يراجع من ذلك) .

هيكل التكلفة :

غالبا ما نفكر في أثر التبادلات بين التكاليف المتغيرة والتكاليف الثابتة . ونبحث عن تحديد أى هيكل للتكلفة يكون هو الأفضل ؟ بمعنى أن تكون التكاليف الثابتة منخفضة والتكاليف المتغيرة عالية أم العكس ؟ . ولا توجد اجابة فاطعة على هذا السؤال ، غير أننا نجد مزايا لكل منها اعتمادا على الخصائص والظروف المعينة . ولشرح هذه النقطة نعرض فائدة دخل لكل من الشركة (س) والشركة (ص) ، ويبلغ حجم مبيعات كل منهما ١٠٠.٠٠٠ جنيه ، كما تبلغ لتكاليف الكلية لكل منهما ٩٠.٠٠٠ جنيه .

الشركة (س)		الشركة (ص)		
المبلغ	النسبة	المبلغ	النسبة	
١٠٠.٠٠٠	% ١٠٠	١٠٠.٠٠٠	% ١٠٠	المبيعات
٦٠.٠٠٠	% ٦٠	٣٠.٠٠٠	% ٣٠	- التكاليف المتغيرة
<hr/>		<hr/>		
٤٠.٠٠٠	% ٤٠	٧٠.٠٠٠	% ٧٠	الربح الحدى
<hr/>		<hr/>		
٣٠.٠٠٠		٦٠.٠٠٠		- التكاليف الثابتة
<hr/>		<hr/>		
١٠.٠٠٠		١٠.٠٠٠		صافى الربح
<hr/>		<hr/>		

ولكى نحدد أيا من هيكلي تكاليف الشركتين أفضل ، فإن ذلك يعتمد على عوامل كثيرة متضمنة اتجاه المبيعات في المدى الطويل ، والتعلبات في حجم المبيعات من سنة لأخرى واتجاه المديرين بالنسبة للخطر . فإذا كانت المبيعات تعمل للزيادة عن

١٠٠.٠٠٠ جنيه في المستقبل ، فان هيكل تكاليف الشركة (ص) هي الأفضل لأن معدل هامش الربح أعلى من مثيله للشركة (س) ، ولذلك فهي ستحقق زيادة سريعة في الأرباح نتيجة زيادة المبيعات ، وعلى سبيل المثال افترض أن كلا الشركتين حققت زيادة في المبيعات تعادل ١٠٪ ، يظهر اثر ذلك على صافي الربح كما يلي :

الشركة (س) جنيه	الشركة (ص) جنيه	
١١٠.٠٠٠	١١٠.٠٠٠	المبيعات
٤٠٪	٢٠٪	معدل الربح المباشر
٤٤.٠٠٠	٢٢.٠٠٠	الربح المباشر
٣٠.٠٠٠	٦٠.٠٠٠	— التكاليف الثابتة
١٤.٠٠٠	١٧.٠٠٠	صافي الربح

وكما نلاحظنا ، فان زيادة قدرها جنيه في مبيعات الشركة (ص) قد أدى لزيادة أكبر في صافي الربح نتيجة لارتفاع معدل الربح الحدى .

من ناحية أخرى ، اذا كان الحد الأقصى للمبيعات ١٠٠.٠٠٠ وحدة وأبنا نتوقع انخفاض المبيعات من وقت لآخر فان هيكل تكلفة الشركة (س) يكون هو الأفضل . حيث أن تكاليفها الثابتة أقل ولن تغرق ربحها الحدى بنفس السرعة التي تهبط بها المبيعات نتيجة لانخفاض معدل ربحها الحدى . اذا كانت المبيعات تتقلب موفى وتحت حجم ١٠٠.٠٠٠ جنيه فانه يصبح من الصعب أن نحدد أيًا من الشركتين في الوضع الأفضل .

وباختصار ، فان الشركة (ص) سوف تواجه تغيرات أوسع مدى في صافي الربح كلما حدثت تغير في المبيعات مع أرباح أكثر في سنوات رواجها ، وخسائر أكثر في سنوات كسادها . أما الشركة (س) فسوف تكون أرباح مستقرة بدرجة أكبر ، ولكنها تواجه خطر فقدان أرباح جوهرية اذا ما اتجهت المبيعات الى الانخفاض في المدى الطويل .

المقارنة على أساس هيكل التكلفة وهامش الأمان :

يمكن اختبار الخصائص التشغيلية بين الأقسام المختلفة في شركة معينة أو بين شركتين مختلفتين بدراسة هيكل تكلفتها . افترض أن إحدى الشركات لها قسمين لامركزيين ولكن منهما تكلفة وإيرادات على النحو التالي :

القسم (أ)	جنيته	القسم (ب)	جنيته
المبيعات	٥٠٠.٠٠٠	٥٠٠.٠٠٠	١٠٠ %
التكاليف المتغيرة	٣٥٠.٠٠٠	١٠٠.٠٠٠	٢٠ %
الربح المباشر	١٥٠.٠٠٠	٤٠٠.٠٠٠	٨٠ %
التكاليف الثابتة	١٠٠.٠٠٠	٣٥٠.٠٠٠	
صافي الربح	٥٠.٠٠٠	٥٠.٠٠٠	
قيمة التعادل	٢٢٣.٢٢٢	٤٣٧.٥٠	

ونجد أن لكل من القسمين نفس رقم صافي الأرباح ، مع أنهما يخضعان لخصائص اقتصادية مختلفة ، وقد تكون إحدى الوسائل في المقارنة دراسة هامش الأمان ، الذي يظهر الفرق بين المبيعات الفعلية (أو المخططة) ونقطة التعادل . ويمكن حساب هامش الأمان كما يلي :

القسم (أ) جنيته
القسم (ب) جنيته

هامش الأمان :

(أ) ٥٠٠.٠٠٠ - ٢٢٣.٢٢٢	١٦٦.٦٦٧
(ب) ٥٠٠.٠٠٠ - ٤٣٧.٥٠	٦٢.٥٠

نسبة هامش الأمان

الى المبيعات

(أ) ١٦٦.٦٦٧ ÷ ٥٠٠.٠٠٠	٣٣.٣٣ %
(ب) ٦٢.٥٠ ÷ ٥٠٠.٠٠٠	١٢.٥ %

يتضح أن القسم (ب) يعمل بالقرب من نقطة التعادل بمقارنته بالقسم (أ) إذا انخفض حجم المبيعات للقسم (ب) بأكثر من ١٢ % فسوف يحقق خسائر . ولن يحقق القسم (أ) خسائر ما لم تنخفض المبيعات بنسبة أكثر من ٣٣.٣٣ % ، ويعتبر هامش الأمان بمثابة مقياس غير دقيق لخطر الاستثمار المقترن بزيادة التكاليف الثابتة على التكاليف المتغيرة .

٥ - مناقشة الافتراضات التي يقوم عليها تحليل التكلفة / الحجم / الربح :

توجد ثلاثة افتراضات تحد من تعميم ومنفعة تحليل التكلفة / الحجم / الربح، وهذه

هي :

المدى الملائم ، الثقة المحاسبية ، وثبات الظروف . وتناولها فيما يلي :

١ - المدى الملائم :

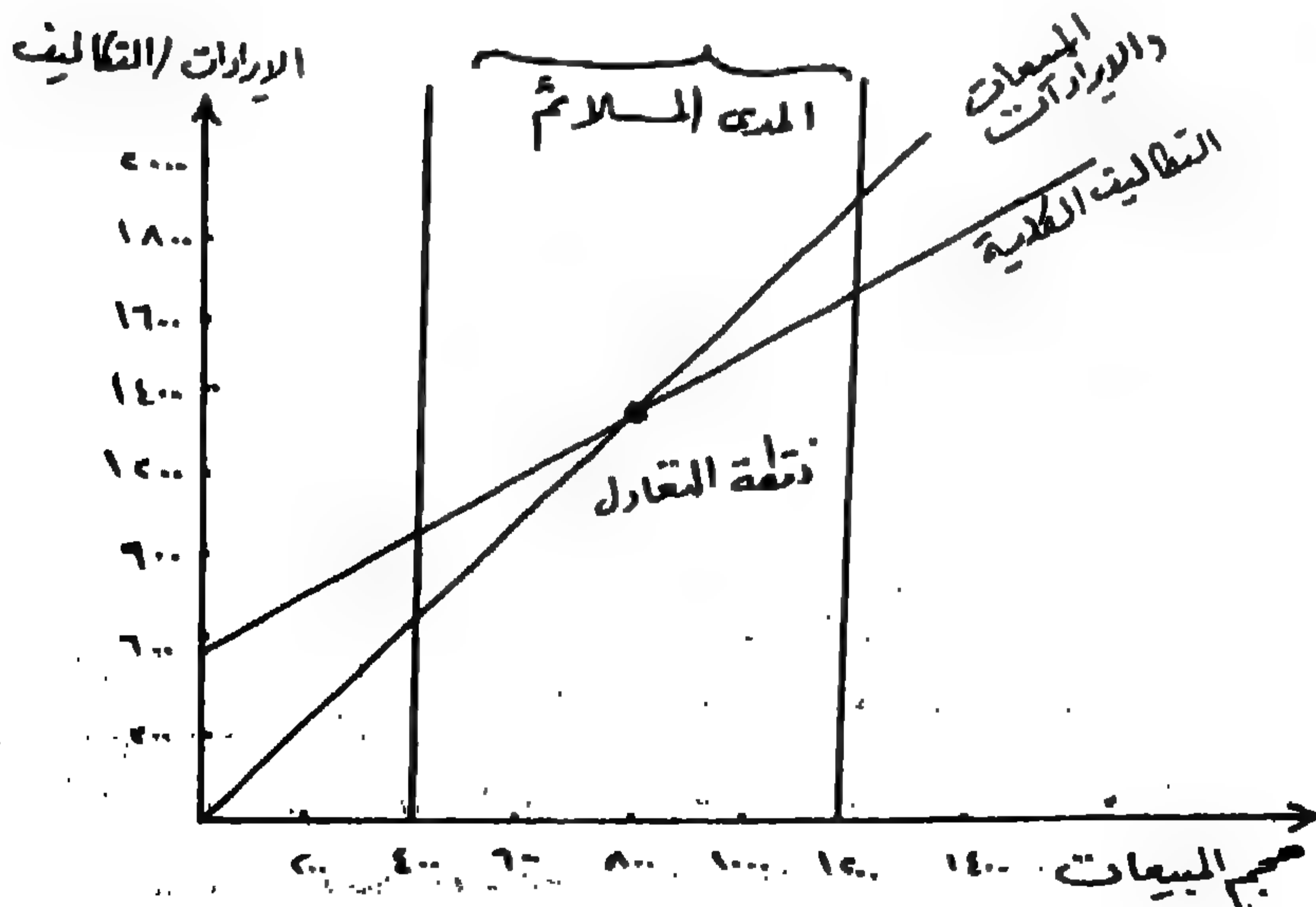
وهو المدى من الحجم الذي تحتفظ فيه التكاليف الثابتة . بحفيفة ثباتها ، وتتقلب التكاليف المتغيرة بنسبة ثابتة الى الحجم .

غير أننا نجد أن التكاليف المتغيرة والتكاليف الثابتة لا تكون لها دائما نفس المسلك الذي يبنى على تحليل التكلفة / الحجم / الربح .

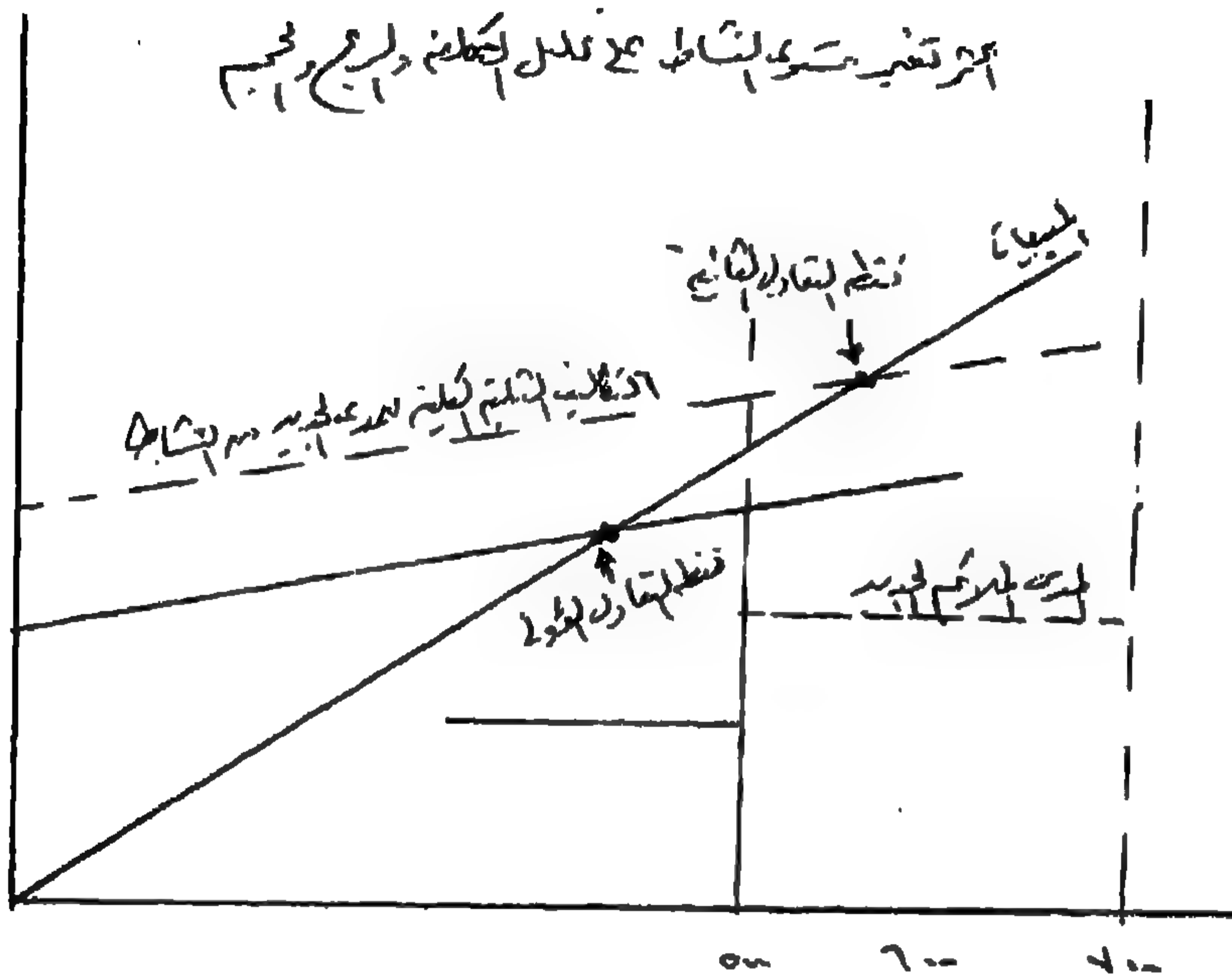
وعلى سبيل المثال تتضمن التكاليف الثابتة : الاهلاك والمرتببات وضرائب الملكية والايجار ، وإذا أنخفض حجم الانتاج للصفر فإن بعض التكاليف يمكن تحديدها أو تحفيظها مثل تسريح المشرفين أو التخلي عن أماكن مؤجرة .

وإذا زاد حجم النشاط بصورة كبيرة ، فسوف تزيد التكاليف الثابتة نتيجة الاهلاك على المعدات الجديدة ، زيادة في الايجار . وبذلك يمكن القول أن التكاليف الثابتة تظل ثابتة خلال مدى معين من النشاط

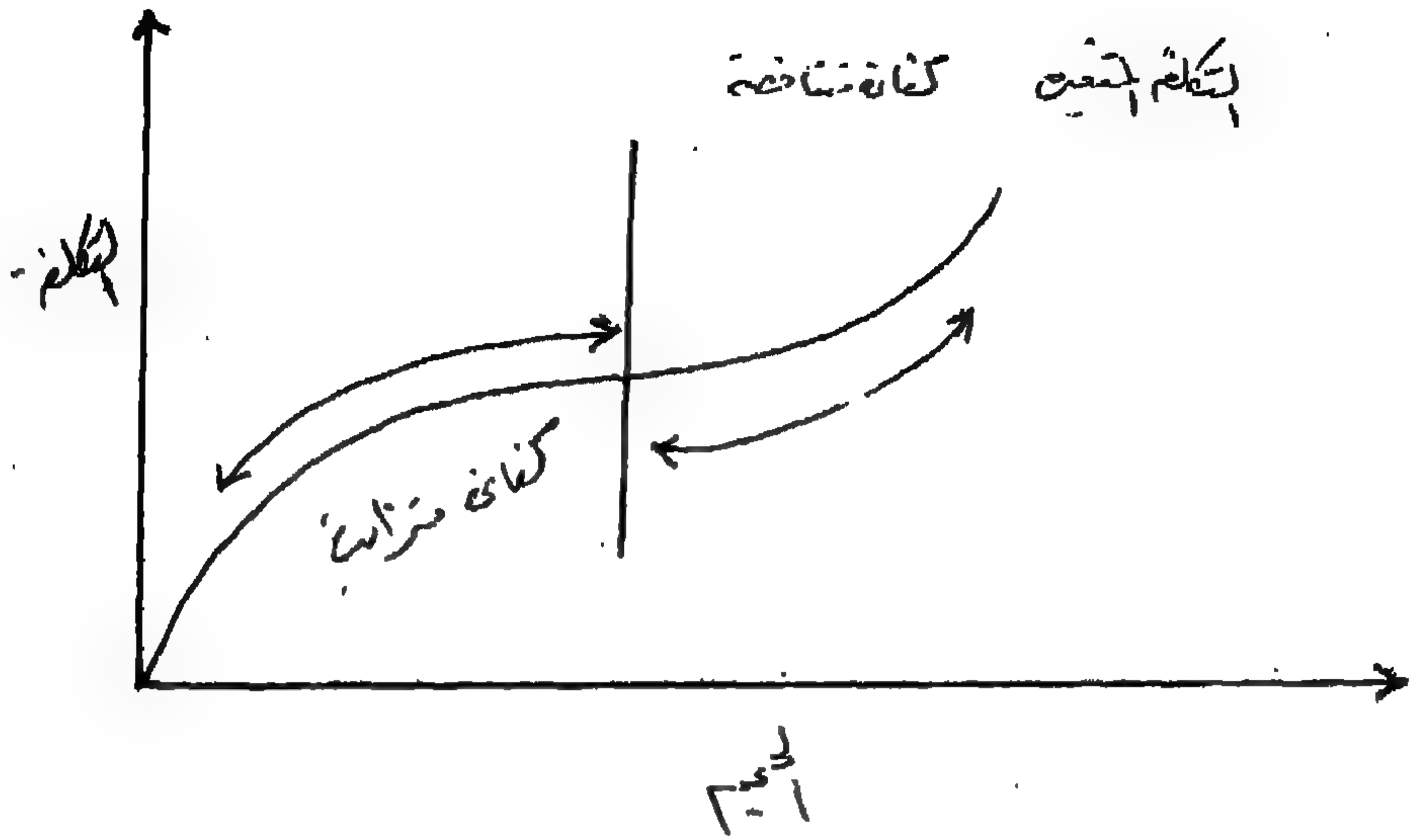
ويوضح الشكل التالي بصورة محددة المدى الملائم من النشاط :



وانذا خضعت التكاليف الثابتة للتغير على نحو ما أشرنا حالا ، فان منحني التكاليف الثابتة يأخذ شكلا متدرجا ويكون للانتقال من مستوى نشاط الى آخر أثر عكسي نقطة التعادل .

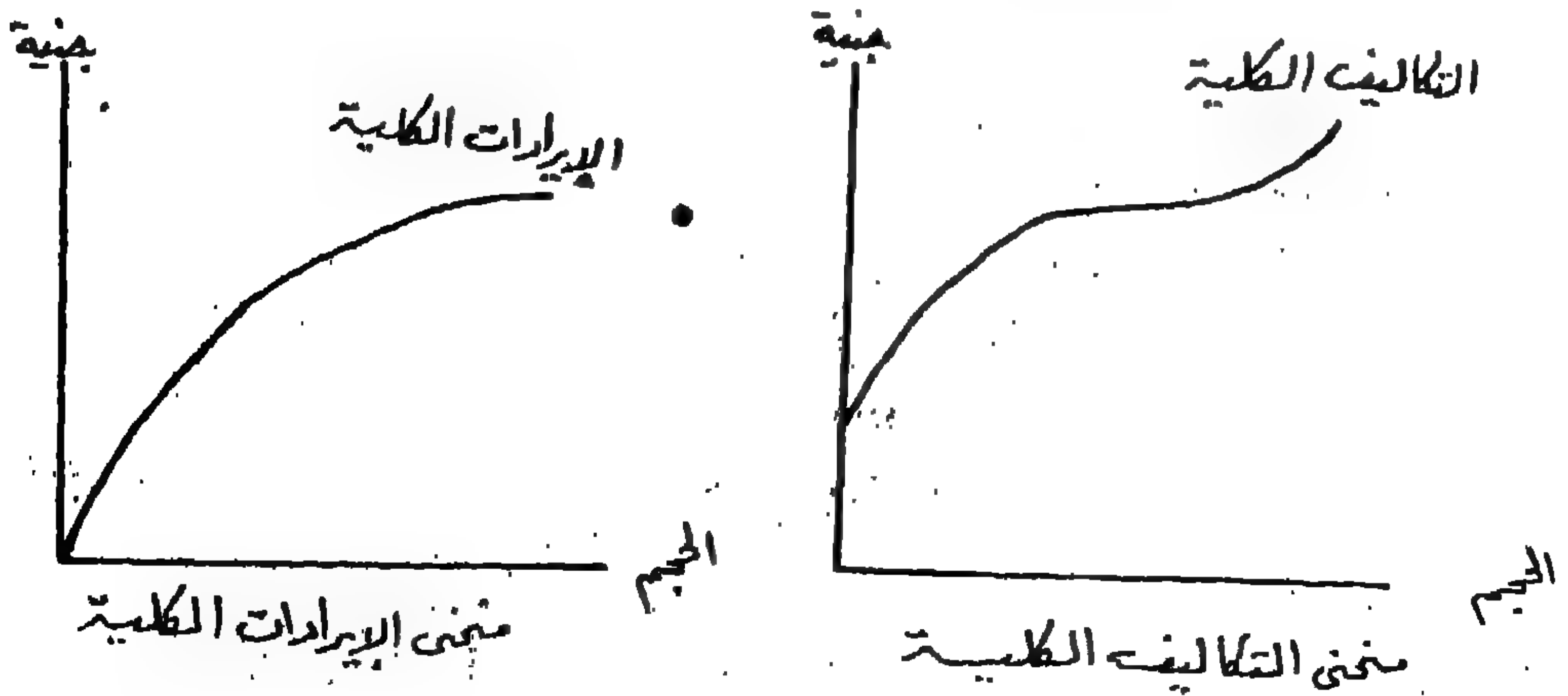


وعند ما يكون حجم العمليات منخفضا جدا فان المشروع يحتاج لعدد قليل من العمال ، وحيث يزداد حجم المشروع ، يظهر الحاجة لعمال أكثر وقد يقام خط انتاج جديد ويبدأ العمال في التخصص في مهام معينة . ومع زيادة الحجم يحتاج العمال الى التدريب ويتم استئجار المشرفين . وقد يطلب الى العمال الحاليين العمل ورديات إضافية والتي سوف يترتب عليها زيادة في التكاليف . وفي أي الحالات فان الكفاءة سوف تنخفض بعد نقطة معينة لنقص الخبرة او التدريب أو الموارد المالية أو الاشراف . وقد لا يتغير التكاليف المتغيرة بكميات متساوية لكل وحدة من الانتاج وقد تظهر كما يلي :

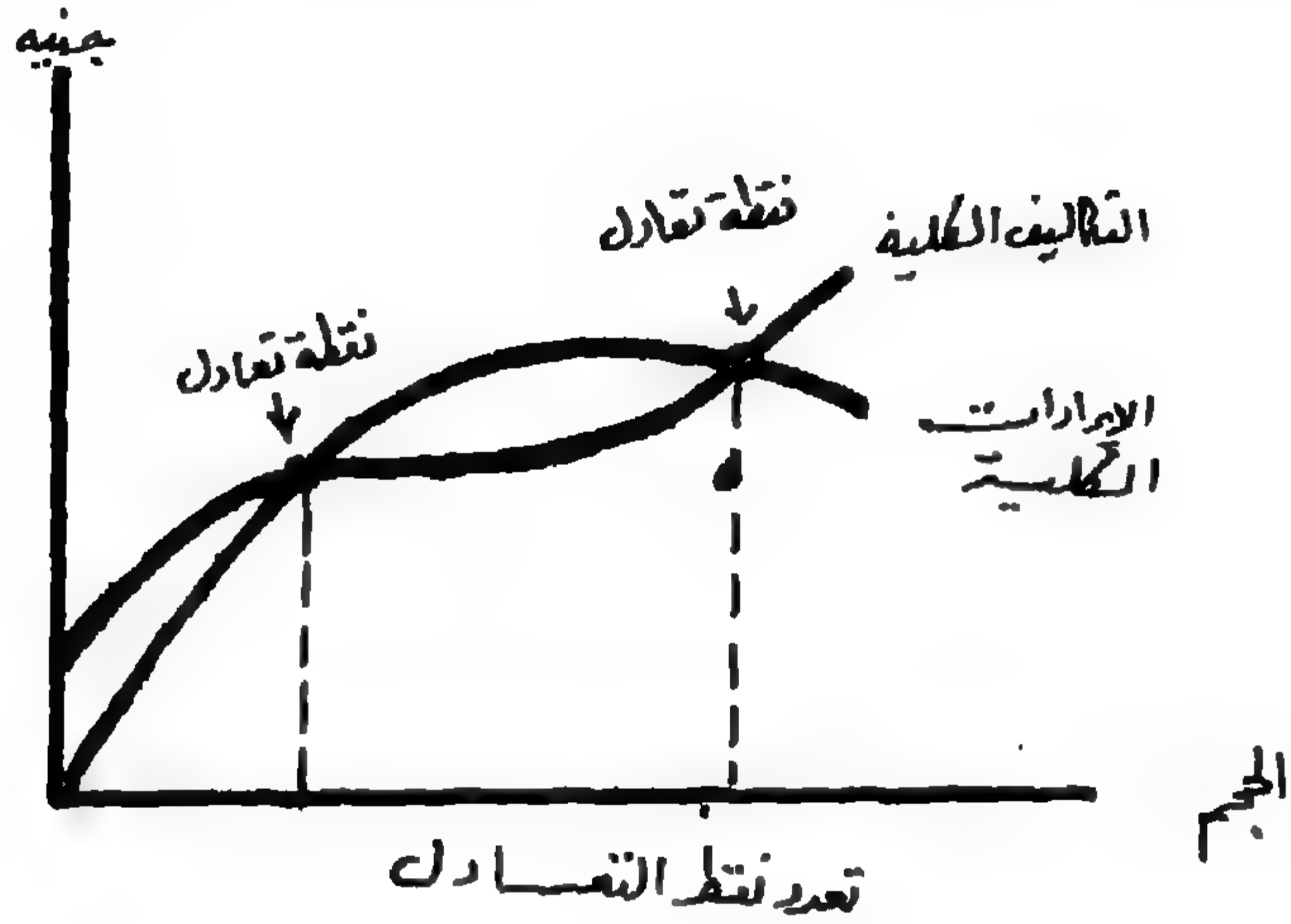


وغالبا لا تكون الايرادات - في الواقع - بنسبة المبيعات ، بمعنى أنه في كثير من الحالات يخفض السعر لتحفيز المشتريات بعد نقطة معينة ، فالحجم المعين من المبيعات يمكن تحقيقه عند سعر معين ، ولكن المبيعات الاضافية فقط قد تكون بسعر أقل .

وإذا أضفنا التكاليف الثابتة للتكاليف المتغيرة ، وأخذنا في الاعتبار ما ذكرناه بصدد الايرادات ، فإن منحنيات التكاليف الكلية والايرادات تظهر كما يلي :



ونتيجة لذلك نجد أن الشكل التالي علاقات التكلفة الحجم الربح في شكل أكثر واقعية،



ولاحظ أنه توجد نقطتي تعادل ، الأولى حينما تزيد الإيرادات على التكاليف ، والآخرى حينما يحدث العكس . ومن النادر أن يأخذ في الاعتبار المدى الكلي للنشاط ، ولكنه يتم دراسة مسلك التكاليف خلال مدى محدد ، هو المدى الملائم وخلال هذا المدى يمكن افتراض أن التكاليف الثابتة تظل ثابتة ، كما تتغير التكاليف المتغيرة بمقدار ثابت لكل وحدة يتغير بها حجم النشاط . ويتضح ذلك من الشكل التالي .

(٢) دقة البيانات والثقة فيها :

ويفهم تحليل التعادل على أساس افتراض أن المحاسبين يعرفون أي التكاليف ثابت وأيها متغير وأنه يمكن التأكد من علاقة التكاليف بالحجم المختلفة للإنتاج . غير أنه في الحياة العملية غالباً ما يصعب فصلهما . وعلى سبيل المثال ، إذا أخذنا الاعتبار العمل المباشر الذي تنظر إليه دائماً كمتغير ، نجد أن تكاليف العمل المباشر لا تتغير عادة بطريقة مباشرة مع تغيرات الحجم . حينما يكون المطلوب إنتاج حجم منخفض سوف يبطأ العمل لانجاز هذه المهمة . وسوف يعطى للعمال مقدار أجر يوم كامل ومن ناحية أخرى ، قد يعنى العامل باحتياجات الإنتاج المتزايدة دون أن تتكلف الشركة نفقات عمل إضافية .

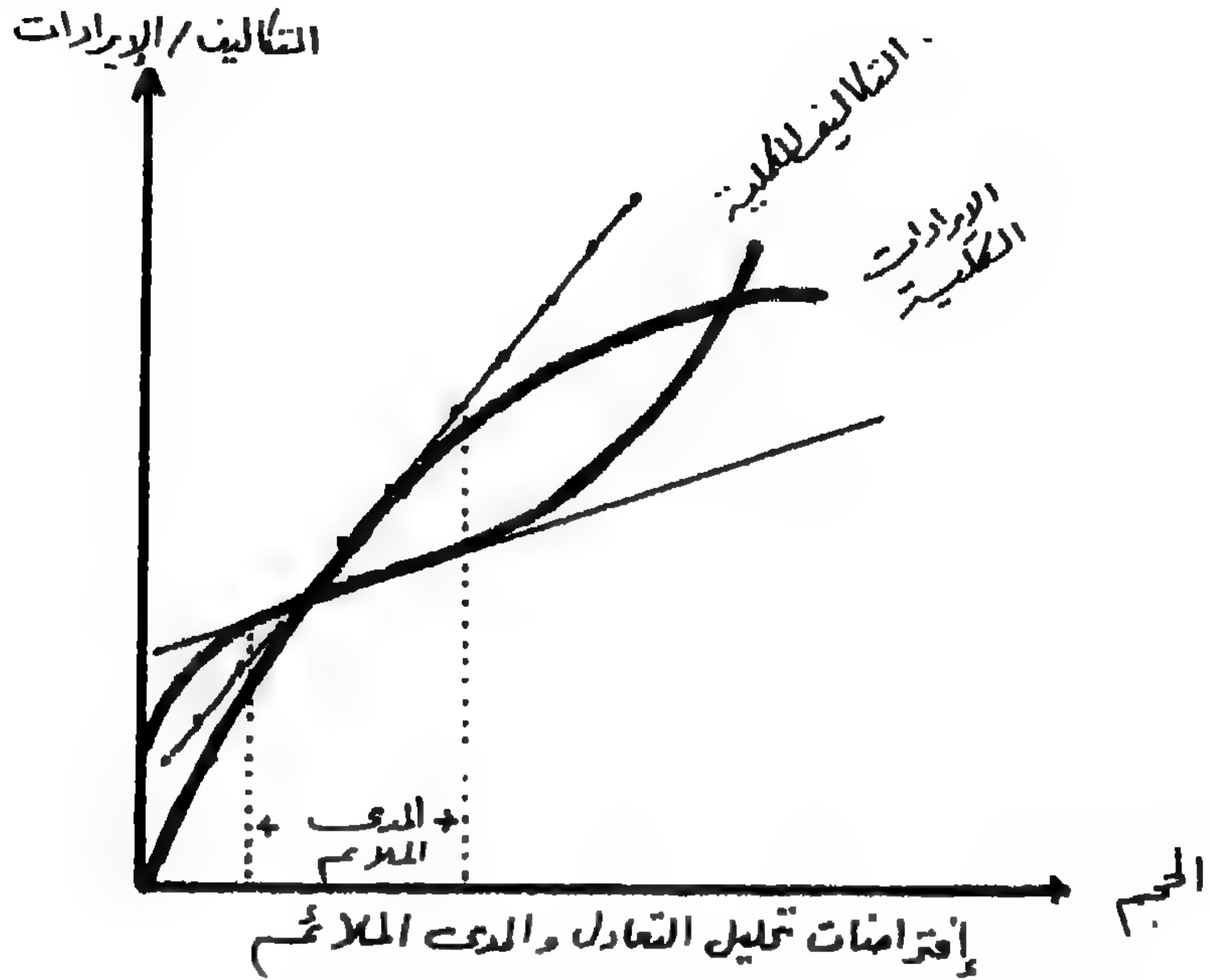
ولا يمكن تحديد بعض التكاليف - مثل الاهلاك - بدقة . حيث توجد الطسرة
العديدة لاحتساب الاهلاك ، وكل منها يحدد قسطا سنويا مختلفا ، أما السؤال
عن أى منها يعتبر الصحيح فلا يتم البحث عن أجابته فى المجالات العملية .

(٣) ثبات العوامل الأخرى

افتراض ثبات كل العوامل الأخرى بخلاف عناصر تحليل التكلفة/الحجم/الربح .
ومن هذه العوامل الكفاءة الانتاجية ، تشكيلة المنتج ، التكاليف ، الاسعار ،
مستويات المخزون ، ويفترض عدم تغييرها خلال فترة التخطيط . وتذكر أن جميع
أنواع التخطيط ترتبط بأنشطة المستقبل والتي قد تكون اما أكثر أو أقل كفاءة ، وقد
يؤدى بطء الآلات أو أسراعها لنقص أو زيادة الكفاءة .

ويعد تحليل التعادل للمنشآت التي تباع أكثر من منتج واحد باستخدام معدل
الربح الحدى الذى يوضع على أساس الأيرادات الكلية . وعلى سبيل المثال افترض
أن منشأة تنتج ثلاثة منتجات بتكاليف مختلفة تباعها بأسعار بيع مختلفة ، فإنها يجب
أن تستخدم معدل الربح الحدى لتحليل التعادل . وإذا كانت الأيرادات
٠٠٠ر٠٠٠ اجنيه ، والتكاليف ٨٠٠ر٠٠٠ جنيه ، فإن معدل الربح الحدى ٢٠٪
ويعنى استخدام هذا المعدل ثبات التشكيلة وذلك معناه أن نسب المنتجات
المنتجة والمباعة سوف تظل ثابتة فى المستقبل كما كانت فى الماضى ، بالإضافة
الى افتراض عدم تغير المخرجات والتكاليف والتقنية المستخدمة فى الانتاج .

ونفترض ثبات مستويات المخزون لأن التكاليف المرتبطة بحجم تعادل ترتبط بحجم
نشاط . وترتبط الأيرادات من ناحية أخرى بنشاط المبيعات . والوقت الوحيد الذى
يمطابق فيه نشاط الانتاج ونشاط المبيعات هو الذى لا يزيد فيه المخزون نتيجة زيادة
الانتاج أو ينقص نتيجة المبيعات الإضافية . ويوضح الشكل التالى افتراضات تحليل
التكلفة/الحجم/الربح فى ظل المدى الملائم ،



ويجب أن يفسر أى تحليل لعلاقة التكلفة الحجم الربح طبقاً لهذه الفروض وحدودها ولا شك أن تستخدم معلومات تحليل التكلفة / الحجم / الربح سوف يستفيد بفهم العلاقات بين العوامل التى يأخذها فى الاعتبار . ويجب عليه أن يتعرف أن مجال الأعمال تتصف بالحركية وأن التخطيط للفترات المستقبلية يتطلب إعادة دراسة أساس الافتراضات التى يقوم عليها تحليل التكلفة / الحجم / الربح ، من وجهة نظر الظروف الخاصة بالمنشأة المعنية .

٦- قرارات التسعير :

٦-١. النظرية الاقتصادية للسعر :

تقدم النظرية الاقتصادية للسعر مدخلا واضحا لتحديد علاقات السعر والحجم مع المنافسة المباشرة أو المنافسة الاحتكارية أو الاحتكار . وفي بعض الحالات فان المدخل يكون أكثر تعقيدا وغالبا ما يكون من المستحيل تحديد السعر ، حيث تتفاعل عوامل كثيرة وبطرق مختلفة . وبسبب هذا التعقيد فان السعر الذي تحدده المنشأة أو المنشآت الرائدة يكون معروفا ، ومستغرا . أيضا فان هذه المنشآت تتنافس بنشاط مع عوامل غير سعرية مثل تحسين الخدمات ، تميز السلعة أو الاعلان .

وبينما نجد أن النموذج الذي أعده الاقتصاديون يعتبر صحيحا ، غير أنه صعب التطبيق المباشر عمليا .

أولا : فهو يفترض أن منحنى طلب المنشأة معروفا ، وعادة لايتاح للإدارة بيانات دقيقة وموثوق فيها بدرجة كافية باعطاء أكثر من مجرد صورة تقريبية لمنحنى الطلب . ولذلك ، بينما نجد ان المنشأة تتقبل شكل منحنى الطلب ، فان الإدارة لن تكون قادرة على اعداده بطريقة دقيقة .

ثانيا : يفترض من وجهة النظر الاقتصادية أن المنشآت تعظم أرباحها ، وقد توجد القيود القانونية والاهداف الاجتماعية والسيكولوجية التي تؤثر على اتجاه الإدارة نحو الأرباح . وقد يكون من المؤكد أن تهتم الإدارة بالاستمرار ، والنمو ، والأمان غير أنها قد تحقق هذه الاهداف على حساب تعظيم الأرباح .

ثالثا : يوجد الكثير من العوامل — بخلاف السعر — التي تؤثر على دالة الطلب للمنشأة . وعلى سبيل المثال ، يوجد التداخل الضروري بين سياسات التسويق والتوزيع ، سياسات الترويج والاعلان ، الخدمات المقدمة للعملاء . وكل من هذه العوامل له تأثير كبير على حجم المبيعات من منتج ما عند السعر معين .

والخلاصة — أن المداخل الاقتصادية تقدم أساسا نظريا صحيحا ، لكنه صعب التطبيق عمليا . ونتيجة لهذه الصعوبات في تحديد دوال الطلب قد دفعت الإدارة لأن تطبق مداخل أخرى في التسعير .

٦-٤. التسعير على أساس التكلفة الكلية :

عندما نغتنر المنشأة الى المعلومات عن منحني الطلب ، فان بعض المداخل الاخرى تقوم على أساس حساب تكلفة المنتج ثم إضافة نسبة مئوية اليه كملاوة تمثل صافي الربح . وتسمى هذه الطرق التسعير على أساس التكلفة ، التكلفة مضافا اليها علاوة ، التسعير على أساس متوسط التكلفة . وكل من هذه المسميات ينطوي على إضافة تمثيل صافى الدخل الى التكلفة الملائمة محسوبة بطرق مختلفة . ويقوم هذا المدخل على اساس حقه فؤدها أنه في المدى الطويل يجب أن تسترد المنشأة كل التكاليف زائدا هامش ربح ، اذا كان لها أن تستمر . ويطبق التسعير على أساس التكلفة الكلية لكلا المنتجات النمطية أو الجديدة التي تقوم في السوق المفتوح ، وللمنتجات غير النمطية ذات التصميمات الخاصة .

٦-٣. تسعير المنتجات النمطية :

لكي نشرح لبقية تسعير المنتجات الجديدة ، دعنا نفترض أن المنشأة مسدرة إنتاجها بما يعادل ١٥٠.٠٠٠ وحدة ، وأن الادارة ترغب بتحقيق معدل عائده ١٥% على رأس المال الذي يبلغ ١.٠٠٠.٠٠٠ جنيه . وبافتراض أن التكاليف الخاصة بهذا الانتاج هي التي نوضحها أدناه ، فان السعر الذي تبحث عنه الادارة في السوق سوف يحدد كما يلي :

الوحدة	الاجمالي	
حـ	حـ	
١ر-	١٥٠٠٠٠	المواد الاولية
١ر٦٧	٢٥٠٠٠٠	العمل المباشر
٠ر٨٣	١٢٥٠٠٠	المصروفات الصناعية المتغيرة
٠ر٥	٧٥٠٠٠	المصروفات الصناعية الثابتة
٢ر٠	٣٠٠ ٠٠٠	المصروفات الادارية البيعية الثابتة
٦ر٠	٩٠٠ ٠٠٠	التكاليف الكلية
١ر٠	١٥٠ر٠٠٠	صافي الدخل المطلوب تحقيقه
		(١٥% x ١.٠٠٠ر٠٠٠)
٧	١.٠٥٠ر٠٠٠	

إذا كانت ظروف السوق تسمح بسعر معداره سبعة جنيهات ، فإن المنشأة سوف تسترد كل تكاليفها وتحقق العائد المرغوب على رأس المال من بيع ١٥٠.٠٠٠ وحدة . وإذا كان السعر عاليا جدا ، بالنسبة للمنافسة ، فإن علينا أن نتوقع أن حجم المبيعات سوف يكون أقل من المعدل وقد تفشل المنشأة في تحقيق اهدافها . وإذا كان السعر منخفضا جدا - نسبيا الى المنافسة - فإن الحجم الفعلي سوف يزيد عن الحجم المخطط ، وسوف تصبح المنشأة قائمة .

وفي المثال السابق ، فإن السعر المستهدف الموضوع على أساس التكلفة الكلية للمنشأة وتستخدم المنشآت عادة أنظمة تكاليف مختلفة والتي لا تقيس التكلفة الكلية للوحدة ، فقد يتم القياس على أساس التكاليف المستوعبة أو التكاليف المتغيرة . ولكي يتم تقدير أسعار مرغوبة ، فإنه يجب استخدام نسبة مئوية كعلاوة تضاف الى تكاليف الانتاج التي تتضمن نصيبها من التكاليف الثابتة ومعدل العائد المرغوب .

وعلى سبيل المثال ، دعنا نفترض أنه بالاعتماد على الخبرة الماضية حددت الادارة علاوة ٧٥% من تكاليف المنتج المقاسة على أساس التكلفة المستوعبة ، لتكون أساسا مقبولا للسعر المستهدف ، فإن تحديد السعر المستهدف بسبعة جنيهات سوف يكون :

الوحدة	اجمالي	
—	—	
١٠ر	١٥٠.٠٠٠	المواد الاولية المباشرة
١٦٧ر	٢٥٠.٠٠٠	العمل المباشر
٨٣ر	١٢٥.٠٠٠	م. ص. متغيرة
٥ر	٧٥.٠٠٠	م. ص. ثابتة
٤ر	٦٠٠.٠٠٠	التكاليف الكلية
٣ر	٤٥٠.٠٠٠	الاماعة ٧٥% من التكاليف
٧ر	١٠٥٠.٠٠٠	

وفى ظل قيود نفس السوق ، فان المنشأة تحسب الاضافة على أساس ١٠٠٪ من التكاليف اذا كانت تكاليف المنتج قد حددت على أنها التكاليف المتغيرة . وفى هذه الحالة فان المستهدف يحدد كما يلى :

الوحدة	اجمالى	
—	—	
١٠ر	١٥٠٠٠٠	المواد الاولية المباشرة
١٦٧ر	٢٥٠٠٠٠	العمل المباشر
٨٣ر	١٢٥٠٠٠	المصروفات الصناعية المتغيرة
٣ر٥	٥٢٥٠٠٠	التكاليف المتغيرة الكلية
٣ر٥	٥٢٥٠٠٠	الاضافة ١٠٠٪ من التكلفة المتغيرة
٧ر٠	١٠٥٠٠٠٠	

وضح لنا من هذه المناقشة أن استخدام نظام التكاليف المستوعبة أو المتغيرة لا يمثل محور عملية التسعير . فالعوامل الهامة الاخرى هى تحديد نسبة الاضافة (العلاوة) بالنسبة الى تكلفة الانتاج التى تم قياسها ، وقبول السعر المستهدف فى السوق . ويعتمد الحل الامثل لمشكلة السعر على قدرة الادارة فى تحديد السعر الذى يعمله السوق ، وعلاقة هذا السعر بتكلفة المنتج . فاذا كانت الادارة تشعر أن المنشأة هى مركز قوى ، فانها قد تعدل الاضافة الى أعلى منها . واذا كان هناك شعور بأن مركز المنشأة ضعيف فقد تعدل العلاوة لادنى من قيمتها .

ولا يعتبر التسعير على أساس التكاليف بمثابة معادلة محدودة وجادة . ولكنها ببساطة تمثل طريقة لتحديد السعر المستهدف ، وهى نقطة انطلاق لدراسة تالية . فاذا كان السعر المستهدف غير مقبول للمشتري فى السوق ، فليس لدى المنشأة اختيار وعليها أن تعدل السعر أو تغير خط الانتاج .

ومن الخطأ ان نفترض أن المنشأة سوف تستخدم نفس نسبة الاضافة لكل المنتجات فى خط الانتاج ، بل تغير النسبة طبقا لظروف المنافسة ، العرف المطبق ومدى قبول العميل . كما يمكن أن تتغير نسبة الاضافة تبعا لاهداف الشركة فى خلق تداخل بين الارباح ودوران المحزون . فقد وجد الكثير من المنشآت أن النقص فى الأرباح نتيجة انخفاض السعر قد يتم تعويضه بزيادة الحجم . وطالما أن الهدف الاساسى هو المستوى المربوح من الأرباح ، وأن الربح معادلة لربح الوحدة وحجم المبيعات ، فقد تطبق نفس المنشأة مدى من استراتيجيات الاضافة .

٤-٦. تسعير الطلبات الخاصة :

لكي نناقش قرارات التسعير للطلبات الخاصة دعنا نفترض أن الطاقة السنوية الطبيعية لشركة الصفاء تبلغ ١٥٠.٠٠٠ وحدة ، أما حجم النشاط الحالي فيبلغ ١٠٠.٠٠٠ وحدة ، أي أن المنشأة تعمل بثلاث طاقتها . ويبيع الإنتاج الحالي في السوق المحلي بسعر ٢ جنيه ، وتبلغ التكلفة المتغيرة للوحدة ١٢ جنيه ، أما التكاليف الثابتة السنوية فتبلغ ٦٠.٠٠٠ جنيه .

وفيما يلي قائمة الدخل الموضوعة على المبيعات والإنتاج الحاليين :

جنيه	
المبيعات : ١٠٠.٠٠٠ × ٢	٢٠٠.٠٠٠
التكاليف المتغيرة : ١٠٠.٠٠٠ × ١٢	١٢٠.٠٠٠
	<hr/>
الربح المباشر	٨٠.٠٠٠
التكاليف الثابتة	٦٠.٠٠٠
	<hr/>
صافي الربح	٢٠.٠٠٠
	<hr/>

وتبلغ التكلفة الكلية للوحدة ١٨ جنيه (١٢ + ٦٠.٠٠٠ ÷ ١٠٠.٠٠٠) .

ونفترض أن هذه الشركة تسلمت عرضاً من مشتر أجنبي لكي تصنع وتبيع له ٢٠.٠٠٠ وحدة إضافية بسعر ١٥ جنيه . فهل تقبل الشركة هذه الطلبية ؟ وبالسعر الذي يقل عن التكاليف الكلية للوحدة . وإذا كانت الطلبية الخاصة لا تؤثر على السوق المحلية ، فإن التكاليف المتغيرة فقط تكون هي الملائمة لهذا القرار . وسوف يكون أثر الطلبية الخاصة على الدخل موجبا ، وتصبح بيانات الدخل كما يلي :

السوق المحلي جنيه	الطلبية الخاصة جنيه	الاجمالي جنيه
المبيعات :		
المحلية ١٠٠.٠٠٠ × ٢		٢٠٠.٠٠٠
الطلبية ٢٠.٠٠٠ × ١٥		٣٠٠.٠٠٠
		<hr/>
التكاليف المتغيرة		١٤٤.٠٠٠
		<hr/>
الربح المباشر		٨٦.٠٠٠
التكاليف الثابتة		٦٠.٠٠٠
		<hr/>
صافي الربح		٢٦.٠٠٠
		<hr/>

وهذا يوضح زيادة فى صافى الربح بمقدار ٦٠٠٠ جنيه نتيجة قبول الطلبية الإضافية .
وسوف تختلف النتيجة اذا تأثرت المبيعات المحلية بهذه الطلبية ، فاذا تسربت بيانات
هذه الطلبية للسوق المحلى فسوف يتعرض هيكل أرباح الشركة للمخاطر . على أنه قد
يؤدى انخفاض السعر فى السوق المحلى الى زيادة حجم المبيعات ومع ذلك قد يقل صافى
الربح ، ولعل هذا مما يدعم الآراء المعارضة للتسعير على أساس التكاليف الحدية ،
والخلاصة أنه يجب علينا - عند اتخاذ قرارات الطلبيات الخاصة - أن ندرس جميع
الآثار المحتملة على المبيعات الحالية .

ويقوم التسعير وفقا للمدخل الحدى على فكرة أن هدف قرارات التسعير على المدى
القصر هو تعظيم الربح المباشر ، والذي يغطى التكاليف الثابتة ثم ليتبقى منه صافى
الربح . ولذلك فان تعظيم الربح المباشر يعنى تعظيم صافى الربح ، كما أن كل وحدة
سوف تزيد أرباح الشركة اذا كان أثرها على الربح الحدى موجبا . ولشرح الفكرة
السابقة ، نفرض الهيكل المثالى لتكاليف وإيرادات شركة الممتاز :
سعر البيع العادى ٥ جنيه (عند الطاقة الطبيعية التى تبلغ ١٠٠٪ وتعادل ١٠٠,٠٠٠ وحدة)
التكاليف المتغيرة للوحدة : صناعية ٣ جنيه ، بيعية ١ جنيه .
التكاليف الثابتة السنوية : صناعية ٣٠,٠٠٠ جنيه ، بيعية ٢٠,٠٠٠ جنيه .
وقد استملت شركة الممتاز طلبية لتوريد ١٠,٠٠٠ وحدة سنويا من مشتري معين بسعر
خاص ٣,٥ جنيه ولمدة خمسة سنوات . واذا تم التعاقد فسوف يكون الاستلام بالمصنع ،
ولا تتحمل الشركة مصاريف بيعية . فهل تقبل الشركة الطلبية ؟

والاجابة تلى عرض القائمة :

بدون الطلبية	مع قبول الطلبية
جنيه	جنيه
وحدة	وحدة
٥٠٠,٠٠٠ = ٥ × ١٠٠,٠٠٠	٤٥٠,٠٠٠ = ٥ × ٩٠,٠٠٠
٣٥,٠٠٠ = ٣,٥ × ١٠,٠٠٠	

٥٠٠,٠٠٠	٤٨٥,٠٠٠
---------	---------

التكاليف المتغيرة :

٣٠٠,٠٠٠ = ٣ × ١٠٠,٠٠٠	٣٠٠,٠٠٠ = ٣ × ١٠٠,٠٠٠
١٠٠,٠٠٠ = ١ × ٩٠,٠٠٠	٩٠,٠٠٠ = ١ × ٩٠,٠٠٠

٤٠٠,٠٠٠	٣٩٠,٠٠٠
---------	---------

الربح المباشر $100000 \times 1 = 100000$			
التكاليف الثابتة :			
صناعية :	30000		
بيعية	20000	50000	
		<u>50000</u>	
صافى الربح		<u><u>50000</u></u>	
	50000	20000	30000
	<u>50000</u>	<u>20000</u>	<u>30000</u>
	<u><u>40000</u></u>		

وطبعا للنتائج التى تظهرها هذه القوائم لا تقبل الطلبية لأن ذلك يؤدى لنقص الربح بمقدار 5000 جنيه . والآ ، ما هو أدنى سعر لقبول الطلبية مع المحافظة على مستوى الأرباح الحالى ؟ وبالنسبة لهذا القرار فان التكاليف الثابتة غير ملائمة ، فهى لا تتغير كنتيجة للقرار . ولكى نحافظ على معدل الربح الحالى فيجب أن يكون الربح المباشر للوحدة - 1 جنيه ، كما هو الآن . ولكى تحقق الوحدات الباقية (90000) الربح المباشر ، فان الطلبية الخاصة (10000 وحدة) يجب أن تحقق أيضا معدل ربح حدى 1 جنيه للوحدة . وعلى ذلك فان التكاليف الصناعية المتغيرة (3 جنيه) ستصبح هى التكاليف الملائمة الوحيدة للطلبية الخاصة . ويكون الحد الأدنى للسعر 4 جنيه (3 جنيه تكاليف متغيرة + 1 جنيه ربح مباشر) ، وعنده تكون الطلبية مقبولة ، ودونه لا تقبل .

ولكى ننطلق بالتحليل خطوة أخرى ، دعنا نفترض أن لدى الشركة مخزوناً زائداً قدره 500 وحدة لا يمكن بيعها فى السوق العادى ، نظرا لتغير صفات المنتج - فما هو أدنى سعر يمكن قبوله ، ويكون قرار القبول أفضل من تركها تتخرد ؟ وإذا طبقنا مدخل التكاليف الكلية فى التسعير تكون الإجابة :

التكاليف الكلية 450000 جنيه ÷ 100000 وحدة = 4.5 جنيه

ولكن تحليلا أعمق يظهر لنا أن التكاليف الثابتة تبقى بدون تغيير . والتكاليف المتغيرة ليست ملائمة لأن الوحدات قد تم انتاجها فعلا . ، وتكون التكاليف البيعية المتغيرة هى التكاليف الوحيدة الملائمة . ومعنى هذا أنه اذا كانت المنشأة تستطيع بيع الخمسمائة وحدة بسعر 11 جنيه ؛ فان الربح المباشر يكون :

50 جنيه (500 × (11 - 1)) وهذا أفضل من عدم بيعها .

ولكنها اذا باعتها بسعر ٨ ر جنيه فسوق تحقق خسارة اضافية قدرها ٢٠ جنيه .
ونفترض — حالة أخرى — تكون فيها الوحدات الخمسمائة سلعا موسمية أى أنها تحتفظ بالمواصفات المطلوبة . فيكون لدى المنشأة اختياران : اما الاحتفاظ بها لمدة ستة شهور بتكلفة مخزون ٣٠٠ جنيه ، أو بيعها الآن بسعر ٢٥٠ جنيه ثم احلالها فيما بعد . ولقد قد ر أن التكاليف المتغيرة سوف ترتفع فى ستة شهور الى ٣٥٠ جنيه ، لزيادة أسعار عقود العمل الجديدة . وهنا تصبح التكاليف والمنافع الملائمة : الدخل المحتمل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون عند بيعه أو الاحتفاظ به ، وتكاليف الاحلال .

الاحتفاظ بها فى المخزون	البيع الآن ثم الاحلال فيما بعد	الايرادات
	١٢٥٠	
	(١٢٥٠)	تكلفة الاحلال
(٣٠٠)		تكاليف الاحتفاظ بالمخزون
<hr/>	<hr/>	
(٣٠٠)	(٥٠٠)	
<hr/>	<hr/>	

ويتضح أن المنشأة سوف تتحمل ٢٠٠ جنيه زيادة فى التكاليف اذا باعت هذه الوحدات الآن وقامت باحلالها فيما بعد . ونلاحظ أن التكاليف الملائمة فى هذه الحالة هى التكاليف التفاضلية المستقبلية .

ومن الجدير بالذكر أن تسعير الطلبيات الخاصة على أساس المدخل الحدى قد يبدو ملائما ، ولكن المنشأة قد لا تكون بحاجة الى بيع نتائجها بأقل من السعر العادى — اذا كانت تستطيع ذلك . ولكى تتقبل المنشأة سعرا أقل فمن المحتمل أن تواجه طاقة عاطلة ، أوضاع منافسية خاصة فى السوق ، ظروف اجبارية تفرضها تغيرات سريعة فى نماذج ومواصفات السلع . وحينما تواجه المنشأة مثل هذه الظروف فانها قد تحقق ربحا — أيضا فى ظلها — بالرغم من تسعير بعض المنتجات بأقل من التكلفة الكلية زائدا علاوة . وليس هذا الوضع هو الأفضل .

وإذا كانت منشأة تستمر في البيع بأسعار تزيد وليلا عن التكاليف المتغيرة ، فيجب أن تزيد المبيعات لتغطي التكاليف الثابتة وتحقيق أرباح صافية . وقد يؤدي استخدام المدخل الحدي في التسفير خلال الأجل القصير الى تعرضها للخطر المالي في الأجل الطويل ، وما يتبع ذلك من تدويرها . وعلينا أن نكون واثقين من أن المهارة الكبيرة في اتخاذ قرارات رشيدة هي القدرة على الموازنة بين اعتبارات المدى الطويل وما تفرضه ظروف الأجل القصير .

٥-٦ . بعض مشاكل التسعير على اساس التكاليف

٦-٥-١ . مشكلة توزيع التكاليف الثابتة :

تناولنا في الجزء السابق حالة منتج واحد فقط ، وتصبح المشكلة في المنشآت المتعددة المنتجات أكثر تعقيداً . ويرجع ذلك الى أن التكاليف الكلية للوحدة تساوي التكاليف المتغيرة لها بالإضافة الى جزء نصيب يوزع عليها من التكاليف الثابتة . ويسود هذا الى بعض المشاكل المرتبطة بتوزيع التكاليف الثابتة .

يتطلب تحديد التكلفة الكلية للوحدة توزيع التكاليف الثابتة على عدد الوحدات ، وفي المثال السابق بلغت التكاليف الثابتة الصناعية ٧٥٠٠٠ جنيه ، والمصروفات البيعية والادارية الثابتة ٣٠٠٠٠٠ وعند حجم إنتاج ومبيعات يعادل ١٥٠٠٠ وحدة فإن التكلفة الثابتة للوحدة ٢٥٠٠ جنيه (٣٧٥٠٠٠ ÷ ١٥٠٠) وإذا زاد إنتاج الشركة الى ٣٠٠٠٠ وحدة فسوف تنخفض التكلفة الثابتة للوحدة الى ١٢٥٠ جنيه ، وسوف يزيد الرفع الى ٥ جنيه عند تخفيض الحجم الى ٧٥٠٠٠ وحدة . أما التكلفة المتغيرة للوحدة فستظل كما هي ٣ جنيه لكل وحدة عند كل المستويات

$$(١٥٠٠٠٠ + ٢٥٠٠٠ + ١٢٥٠٠٠) ÷ ١٥٠٠ وحدة$$

افترض أن المنشأة ترغب في إضافة قدرها ١٠% الى التكلفة الكلية كحافه المريح ، فسوف نجد الأسعار الآتية والتي تتوقف على قرار حجم الانتاج

عدد الوحدات	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
٧٥٠٠٠	١٠٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠	
٣ر٥	٣ر٥	٣ر٥	٣ر٥	٣ر٥
٥ر٠	٣ر٧٥	٢ر٥	١ر٢٥	
٨ر٥	٧ر٢٥	٦ر٠	٤ر٧٥	
٠ر٨٥	٠ر٧٣	٠ر٦٠٠	٠ر٤٨	
٩ر٣٥	٧ر٩٨	٦ر٦٠٠	٥ر٢٣	
سعر البيع				

وإذا اتحد قرار باختيار ١٥٠٠٠٠ وحدة باعتبارها حجم المبيعات الأكثر احتمالاً ،
 بمعنى ذلك أن المنشأة تتنبأ بتحقيق صافي دخل ٦ رجنيه عن كل وحدة .
 افترض انه على أساس سعر بيع ٦ر٦ رجنيه ، ونظرا لظروف السوق غير المتوقعة بلغت
 المبيعات ٢٠٠٠٠٠ وحدة ، ويظهر فيما يلي أثر التغيرات في الحجم على صافي
 الدخل :

التفديري	الفعلي
مبيعات (٦ × ١٥٠٠٠٠) ٩٩٠٠٠٠	مبيعات (٦ر٦ × ٢٠٠٠٠٠) ١٣٢٠٠٠٠
تكاليف متغيرة (٣ر٥ × ١٥٠٠٠٠) ٥٢٥٠٠٠	تكاليف متغيرة (٣ر٥ × ٢٠٠٠٠٠) ٧٠٠٠٠٠
هامش الربح (٣ر١ × ١٥٠٠٠٠) ٤٦٥٠٠٠	٦٢٠٠٠٠
التكاليف الثابتة ٣٧٥٠٠٠	٣٧٥٠٠٠
صافي الدخل ٩٠٠٠٠	٢٤٥٠٠٠

ويوجد اختلاف بين صافي الدخل المقدر للوحدة ٦ رجنيه وصافي الدخل الفعلي للوحدة
 ١٢٢٥ رجنيه (٢٤٥٠٠٠ رجنيه ÷ ٢٠٠٠٠٠ وحدة) ، لأن التكلفة الثابتة للوحدة
 عند حجم ٢٠٠٠٠٠ وحدة هي ١٨٧٥ رجنيه (٣٧٥٠٠٠ رجنيه ÷ ٢٠٠٠٠٠ وحدة)
 ، وقد كانت مقدرة على أساس ٢ر٥ رجنيه ، والفرق بين التكلفة الثابتة المقدرة ، الفعلية
 ، للوحدة هو مبلغ ٦٢٥ رجنيه (٢ر٥ - ١ر٨٧٥) ، وهو نفس الفرق بين صافي الدخل
 المقدر ، والفعلي (١٢٢٥ - ٩٠)

٦-٥-٢ - مشاكل توزيع التكاليف المتصلة :

تواجه المنشآت التي تنتج منتجات عديدة مشاكل تتعلق بتوزيع التكاليف المتصلة
وفي حالة استخدام التسعير على أساس التكاليف الكلية فانه يفترض وجود أساس مقبول
لتوزيع جميع التكاليف الصناعية ، وفي بعض الحالات التكاليف البيعية والإدارية بـ
المنتجات المتعددة . فلا يوجد معيار مطلق لتوزيع هذه التكاليف المتصلة ، والتي لا يمكن
تحويلها إلى كل المنتجات أو خطوط الإنتاج .
ويجب أن توجد وسيلة لتوزيعها . ولكي نناقش هذه المشكلة ، دعنا نفترض أن منشأة ما
تنتج منتجين ، وفيما يلي بيانات إنتاجهما وتكليفهما :

المنتج (ب)

المنتج (أ)

سعر بيع الوحدة	٦ جنيه	١٥ جنيه
التكلفة المتغيرة للوحدة	٤ "	٩ "
تكلفة العمل للوحدة	١ "	٣ "
عدد وحدات الإنتاج في السنة	١٥٠٠٠ وحدة	١٠٠٠٠ وحدة
التكاليف المتصلة للإنتاج	١٢٠٠٠٠	

وتعتبر التكاليف المتصلة عن تلك التكاليف الخاصة بالمنتجين . وللوصول إلى
التكاليف الكلية لكل منتج فانه يجب توزيع التكاليف المتصلة . ويوجد العديد من أسس
توزيع التكاليف المتصلة مثل : التكاليف المتغيرة للوحدة ، ساعات العمل الموحدة ،
كمية المنتجات ، والقيمة النسبية للمبيعات . ويجب أن تكون الطريقة المختارة بسيطة
، سهلة القياس وترتبط بالسبب (أساس النشاط المستخدم في التوزيع) بالأثر (التكلفة) .
— وعند توزيع التكاليف المفصلة على أساس التكاليف المتغيرة :

التكاليف المتغيرة المعدل التكاليف المتصلة

المنتج (أ) (١٥٠٠٠ وحدة x ٤ جنيه)	٦٠٠٠٠	١٥٠ / ٦٠	٤٨٠٠٠
المنتج (ب) (١٠٠٠٠ وحدة x ٩ جنيه)	٩٠٠٠٠	١٥٠ / ٩٠	٧٢٠٠٠
الإجمالي	١٥٠٠٠٠		١٢٠٠٠٠

— وقد توزع على أساس ساعات العمل :

ساعات العمل	المعدل	التكاليف المتصلة	
جـ			
١٥٠٠٠	٤٥ / ١٥	٤٠٠٠٠	المنتج (أ) ١ × ١٥٠٠٠
٣٠٠٠٠	٤٥ / ٣٠	٨٠٠٠٠	المنتج (ب) ٣ × ١٠٠٠٠
٤٥٠٠٠		١٢٠٠٠٠	الاجمالي

— وقد توزع على أساس عدد الوحدات المنتجة :

عدد الوحدات المنتجة	المعدل	التكاليف المتصلة	
جـ			
١٥٠٠٠	٢٥ / ١٥	٧٢٠٠٠	المنتج (أ)
١٠٠٠٠	٢٥ / ١٠	٤٨٠٠٠	المنتج (ب)
٢٥٠٠٠		١٢٠٠٠٠	الاجمالي

— وعند ما تكون أسعار البيع متساوية فإنه يمكن توزيع التكاليف المتصلة على أساس الكميات المنتجة .
 وحينما تختلف أسعار البيع بدرجة كبيرة ، فإن الأساس الأكثر ميولاً لتوزيع التكاليف المتصلة هو أساس القيمة البيعية النسبية .
 وبطريقة توزيع التكاليف المتصلة كما يلي :

الوحدات المنتجة	سعر البيع	القيمة البيعية	المعدل	التكاليف المتصلة
جـ		جـ		حـ
١٥٠٠٠	٦	٩٠٠٠٠	٢٤٠ / ٩٠	٤٥٠٠٠
١٠٠٠٠	١٥	١٥٠٠٠٠	٢٤٠ / ١٥٠	٧٥٠٠٠
٢٥٠٠٠		٢٤٠٠٠٠		١٢٠٠٠٠

ونلاحظ أن اثر هذا الدخل في التوزيع يؤدي الى نسبة هامش ربح اجمالي ثابتة لكل منتج عند نقطة المقاطعة .
 ومؤدى هذه الحقيقة أن تصبح طريقة التوزيع على أساس القيمة النسبية للمبيعات غير ملائمة للقرارات الادارية ، مع أنها تكون مفيدة في تحديد تكاليف المخزون ، ويظهر هامش الربح بعد توزيع التكاليف المتصلة كما يلي :

المنتج (ب)	المنتج (أ)	المبيعات
جـ	جـ	ناقصا : التكاليف المتصلة
١٥٠٠٠ ١٠٠%	٩٠٠٠ ١٠٠%	هامش الربح
٧٥٠٠ ٥٠%	٤٥٠٠ ٥٠%	خلاصـ
٧٥٠٠ ٥٠%	٤٥٠٠ ٥٠%	

* اذا استخدمنا التكاليف المتغيرة كأساس لتوزيع فان المنتج (أ) سوف يحمل بمقدار ^٢ من التكاليف المتصلة . وحيث يتم إنتاج ١٥٠٠ وحدة من المنتج (أ)، فان التكاليف الكلية للوحدة تصبح : $٤٦ + (٤٨٠٠٠ \div ١٥٠٠)$ أي : ٢٢٢ جنيه

* وان استخدم ساعات العمل ، فان المنتج (أ) سوف يتحمل ^١ من التكاليف المتصلة ، وتصبح التكاليف الكلية للوحدة : $٤ + (٤٠٠٠٠ \div ١٥٠٠)$ أي ٢٦٧ جنيه

* وان استخدم اساس وحدات الانتاج فان المنتج (أ) يتحمل ٦٠% من التكاليف المتصلة ، وتصبح التكاليف الكلية للوحدة : $(٤ + ٧٢٠٠٠ \div ١٥٠٠)$ أي ٨٨ جنيه

* وان استخدمت القيمة النسبية للمبيعات كأساس لتوزيع التكاليف المتصلة ، فان المنتج (أ) سوف يحمل بنسبة ٣٧.٥% من التكاليف المتصلة ، وتصبح التكاليف الكلية لوحدة المنتج : $٤ + (٤٥٠٠٠ \div ١٥٠٠)$ ، أو : ٣٠ جنيه وهكذا نجد أن التكاليف الكلية والسعر بالتالي سوف يؤثر بالاساس المختار لتوزيع التكاليف المتصلة ، وقد لا يكون هذا التحليل ملائما حيثما نأخذ ظروف السوق في الاعتبار .

تعليق : مع أن التسعير على اساس التكاليف يبدو بسيطا ، الا أنه لا يتفق مع النظرية الاقتصادية ، فهو يهمل العلاقة بين الطلب والسعر وبين السعر والحجم .

وقد يكون السعر المحدد بالتكاليف الكلية زائدا الاضافة عاليا لدرجة أنه لا يوجد عملا يشترون كل الحجم الذي تقدمه المنشأة . وهناك مشكلة دائرية مؤدها أن الحجم يستخدم لتحديد السعر على أساس التكلفة ، مع أن عدد الوحدات التي تبينها المنشأة

ومن ثم الحجم الذى نتج منه قد يعتمد على السعر . ومع ذلك فان هذا الأسلوب يستخدم على نطاق واسع ، وربما يرجع ذلك لعدم قدرة متخذ القرار على التحديد الكمي لمنحنى الطلب . وأحيانا يستخدم هذا المدخل ثم يدرس رد فعل المشتريين تجاهه ويعدل السعر - وفى هذا الوضع فان السعر الموضوع على التكلفة يمثل تقريبا وليا للسعر المستهدف والذى يعدل لمقابلة ظروف السوق الفعلية .

وقد يطبق التسعير على أساس التكاليف الكلية لانه يقدم حدا أدنى ، أو حداً آمناً للسعر ، حتى لا تحدث خسائر . وقد يكون عامل الأمان خادماً أكثر من كونه حقيقياً ، فمع أن السعر سوف يغطى التكاليف الكلية إلا أن الخسائر قد تحدث نتيجة الخطأ فى تقدير حجم المبيعات .

وكما زادت نسبة التكاليف الثابتة كلما زاد تأثير الربح بحجم المبيعات . وإذا كان السعر الموضوع على أساس التكاليف الكلية عالياً لدرجة أنه سيبعد العملاء ، فإنه يمكن أن ينخفض حجم المبيعات إلى المدى الذى قد تكون فيه التكاليف المتوسطة الفعلية أعلى من السعر .

وقد تكون السبب المقنع فى استخدام الاسعار الموضوعة على أساس التكاليف الكلية هى أن تكاليف المنشأة المعينة تكون قابلة للمقارنة بتكاليف المنشأة الأخرى . ومعنى ذلك أن تكاليف منشأة معينة قد تمثل تقديرات مقبولة لتكاليف المنافسين ، ومن ثم فإن أسعارها قد تبدو قابلة للمقارنة مع أسعار المنافسين . فإذا كانت معظم المنشآت تستخدم امكانيات متشابهة لإنجاز أنشطة متشابهة فإنها قد يكون لها نفس تقديرات التكاليف الكلية ، وبالمثل الاسعار اذا كانت تنتج بالقرب من نفس مستوى الحجم .

٦-٦ المدخل الحدى فى التسعير :

يمكن عرض المدخل للتسعير فى النموذج العام المبسط التالى :

جنيته		
التكاليف المتغيرة	x x x	(الحد الأدنى)
التكاليف الثابتة	x x x	
الربح المطلوب	x x x	
<hr/>		
سعر البيع المستهدف	x x x	(الحد الأقصى)

وكما نلاحظ فان المدخل الحدى يقدم حدا أقصى وحدا أدنى يمكن تحديد السعر فيما بينهما . فيوضح الحد الاقصى السعر الذى ترغب الادارة فى تحفيضة ، كما أنه هو الذى تحققه فى المدى الطويل . ولكن فى ظل ظروف معينة يظهر النموذج ان يمكن التحرك خلال مدى المرونة حتى يصل السعر الى التكاليف المتغيرة . ويمكننا أن نلاحظ أنه فى بعض الظروف يكون السعر الموضوع على أساس التكلفة المتغيرة فقط ملائما . ويمكننا أن نلاحظ الحالات التالية :

- (١) حينما توجد طاقة عاطلة .
 - (٢) عندما ترغب الظروف المنشأة على ذلك .
 - (٣) حينما تواجه المنشأة بمنافسة حادة بالنسبة لأوامر معينة .
- وعندما يوجد أى من هذه الظروف ، قد يكون من الممكن زيادة الأرباح الكلية بتسعير بعض الاعمال ، أو المنتجات أو الأوامر بأى قيمة تزيد على التكلفة المتغيرة ، حتى ولو كانت هذه القيمة تقل بصورة جوهرية عن السعر العادى فى السوق .

غير أنه يجب أن يحدد السعر الذى يكون كافيا على الأقل لاسترداد كل التكاليف المتغيرة ، تعتمد الطرق الأخرى على أنه يجب أن يضاف الى التكلفة المتغيرة للوحدة الربح المستهدف والتكاليف الثابتة .

مثال: تبلغ التكلفة المتغيرة للوحدة ٦ جنيه ، والتكلفة البيعية المتغيرة ٣ جنيه ، أما التكاليف الثابتة : الصناعية ٢٤٠٠٠ جنيه ، البيعية ١٢٠٠٠ جنيه ، ويبلغ السعر الذى تستهدف الإدارة تحقيقه ١٥ جنيه مع هدف تحقيق ربح مقداره ٩٠٠٠ جنيه .
فما هو حجم المبيعات اللازم لتحقيق هذا الهدف ؟

حجم المبيعات اللازم لتحقيق أرباح ٩٠٠٠ جنيه ، وبسعر بيع ١٥ جنيه

$$٧٥٠٠ \text{ وحدة} = \frac{٤٥٠٠٠}{٦} = \frac{٩٠٠٠ + ٣٦٠٠٠}{(٣ + ٦) - ١٥}$$

يتضح أن التحليل الحدى يؤدى مباشرة لعلاقة التكلفة / الحجم / الربح ، كما يقوم للإدارة طريقة سريعة لتحديد حساسية الحجم وتداخل السعر .

ونفترض أنه تم تحديد سعر الذى يمكن أن يقبله السوق بمبلغ عشرة جنيهات ، لذلك فإن الإدارة سوف تخطط لإنتاج ١٥٠٠٠ وحدة وهو الحجم الذى ترى إمكانية تحقيقه . وعلى أساس وحده يمكن أن نحدد السعر الأقصى والسعر الأدنى :

السعر المستهدف	جنيه
الربح	$٩٠٠٠ + ١٥٠٠٠ = ٢٤٠٠٠$ جنيه
التكاليف الثابتة	$١٥٠٠٠ + ٣٦٠٠٠ = ٥١٠٠٠$ جنيه
التكاليف المتغيرة	$\frac{٥١٠٠٠}{١٥} = ٣٤$ جنيه
أدنى سعر	١٢
أقصى سعر	١٢

وبذلك يمكن تحديد السعر الأقصى والموضوع على أساس السوق ، وهو أقصى سعر يمكن للمنشأة أن تحققه ، وهو يعكس هدف المنشأة فى سياسة التسعير . وفى حالات الضرورة يجب على المنشأة أن تخفض سعرها ، ولكن ليس لأقل من تسعة جنيهات وعند ما يقل السعر عن ذلك فإننا نتصور أن المنشأة تدفع لمن يشتري سلعها . وعند أى سعر يفوق تسعة جنيهات تسترد المنشأة جزءاً من تكاليفها الثابتة . بمعنى آخر يمكن أن يقول أن أدنى سعر يمكن قبوله هو ذلك السعر الذى يحقق ربح حدى مقداره صفر .

مثال : بلغت التكاليف المتغيرة للوحدة ٥٥ جنيدي ، التكلفة الثابتة للوحدة (موضوعة على أساس الحجم المتوقع ١٠٠٠ وحدة) ٣٠ جنيدي ، والربح العادي للوحدة ١٥ جنيدي . وهذه البيانات ، يمكن استخدامها لتحديد سعر الوحدة ، يمكن أن تحدد علاقة السعر بالتكلفة عندما يتحدد الأخير على أساس التكلفة الكلية وعلى أساس التكلفة المتغيرة .

المدخل التقليدي (التكلفة الكلية) المدخل الحدي

جنيدي	جنيدي	جنيدي	جنيدي
السعر	١٠٠	السعر	١٠٠
التكلفة المتغيرة	٥٥	التكلفة المتغيرة	٥٥
التكلفة الثابتة	٣٠	الربح الحدي	٤٥
التكلفة الكلية	٨٥	التكلفة الثابتة	٣٠
صافي الربح	١٥	الربح العادي	١٥

السعر كنسبة من التكاليف الكلية السعر كنسبة من التكاليف المتغيرة

$$\text{يعادل : } \frac{100}{85} \times 100 = 118\% \quad \text{يعادل : } \frac{100}{45} \times 100 = 222\%$$

ويعوم المدخل الحدي للتسعير على التكاليف المتغيرة باعتبارها العنصر الأول في قرارات التسعير في المدى القصير . وبالإضافة إلى تحقيق هامش ولو بسيط فإن نموذج المدخل الحدي في التسعير يتوافق تماما مع تحليل التعادل وتحليل التكلفة / الربح / الحجم وفي المثال يتم تغطية التكاليف الثابتة عند الأحجام التي يزيد على ١٠٠٠ وحدة ولذلك فإن المنشأة التي تطبق المدخل الحدي تكون راغبة في قبول طلبات بعد الوصول إلى ١٠٠٠ وحدة بأسعار تقل عن ١٠٠ جنيدي ومثل هذه الوحدات يمكن بيعها بمبلغ ٧٠ جنيدي ومع ذلك تحقق أرباح ١٥ جنيدي . وفي ظل المدخل التقليدي لا تصبح المعلومات حول التخفيضات المحتملة للسعر بنفس الصورة .

٦-٧ . تسعير المنتجات غير النمطية :

فى بعض الحالات نجد منتجات جديدة غير معروفة من قبل ، كما قد توجد خاصة مثل برامج الانشاء وهنا لاتحدث المنافسة فى الاسعار . وتقوم المنافسة على الجسداره العلمية والفنية ، والمهارات الادارية ، والخبرة الماضية دون أن تقوم على اساس السعر بفرد . وفى هذه الحالات يتحدد السعر نتيجة التفاوض والالتزامات التعاقدية . ومع أن توجد انواع مختلفة من العقود الا أنه يمكن تقسيمها لفئتين أساسيتين :

عقود السعر المحدد : حيث يتضمن كلا الطرفين على سعر يبقى بدون تغير طوال فترة العقد . ويتطلب عقد السعر الثابت الخبرة الماضية بالمنتج أو وجود درجة مخاطرة منخفضة نسبيا لكل من البائع والمشتري .

عقود التكلفة المستردة : وفى هذا النوع من العقود يسترد البائع كل التكاليف المتفق عليها حسب العقد نظير وفاء بشروط العقد ، وذلك بالإضافة الى الأتعاب المتفق عليها . ويشعر المشتري بدرجة كبيرة من الخطر ، ولذلك فهو يعرض البائع عن التكاليف المتفق عليها . ويجب أن يتفادى البائع تحقيق الخسائر ، غير أنه قد يحقق معدل عائد منخفض على أصوله المنتجة .

ويوجد ثلاثة أنواع من العقود التى تقوم على أساس استرداد التكلفة :

• عقود التكلفة زائدا نسبة كأتعاب : حيث تحدد الاتعاب كنسبة من التكاليف الفعلية . فاذا كان العقد على أساس التكلفة + ١٠% ، وتحمل المورد تكلفة ١٠٠٠٠٠ جنيه فانه سيحصل على أرباح ١٠٠٠٠٠ جنيه على هذا العقد وسوف يكون السعر بالنسبة للمشتري ١١٠٠٠٠ جنيه . واذا بلغت التكاليف ٢٠٠٠٠٠ جنيه فان الربح يكون ٢٠٠٠٠٠ جنيه والسعر ٢٢٠٠٠٠ جنيه ، وهكذا . ومن المحتمل أن يكون مثل هذا العقد ضارا بالمشتري ، فقد يتلاعب المورد بزيادة التكاليف وبالتالي الاتعاب .

• عقود التكلفة زائدا أتعاب ثابتة : يتفاوض المشتري والبائع على الاتعاب التى قد تحدد على أساس التكاليف المتقديرية للعقد . وعلى سهيل المثال ، افترض أن عقدا لتصميم وتصنيع منتج معين اتفق البائع والمشتري على تقدير مقبول للتكاليف بمبلغ ٥٠٠٠٠٠ جنيه ، وكانت نسبة الاتعاب ١٥% فمعنى ذلك أنها قبل مبلغ ٧٥٠٠٠٠ جنيه كأتعاب عادلة وكافية . وتكون قيمة العقد ٥٧٥٠٠٠ جنيه . واذا حدثت زيادة فى

التكاليف لتصبح ٦٠٠ر٠٠٠ جنيه ، فان البائع سوف يسترد من المشتري مبلغ ٦٧٥ر٠٠٠ جنيه. وهى تشمل الاتعاب الاصلية بالاضافة الى جميع التكاليف التى ينص عليها العقد .
والعائد الفعلى للارباح بالنسبة للتكاليف ١٢ر٥ % (٦٠٠ر٠٠٠ ÷ ٧٥ر٠٠٠) ، وهو يختلف عن العائد المخطط ١٥ % (٧٥٠٠٠ ÷ ٥٠٠ر٠٠٠) .
ومن المحتمل ان تكون الزيادة فى التكاليف قد أستهلكت بنسبة اعلى من طاقة الشركة ، فان معدل العائد الادنى بالنسبة للتكاليف قد يعنى أن معدل العائد الشامل بالنسبة للبائع سوف يكون ادنى من المعدل المقبول على الاستثمار .

• عقود الحوافز : يستخدم عقد الحوافز لتشجيع المورد على تخفيض التكاليف .
وعلى سبيل المثال ، فان عقد التكلفة زائد اأتعاب ثابتة يمكن أن يكون عقدا حافزا اذا اتفق البائع والمشتري على أن يحصل الاول على نسبة من وفرات التكاليف . وعلى سبيل المثال ، افترض أن البائع والمشتري فى المثال السابق اتفقا على اقتسام وفورات التكاليف بنسبة ٥٠ : ٥٠ ، وكان العقد الاصلى ينص على التكاليف بمبلغ ٧٥ر٠٠٠ جنيه .
واذا بلغت التكاليف ٤٦٠ر٠٠٠ جنيه لاكمال العقد كله ، فان البائع سوف يسترد ٥٥٥٠٠٠ جنيه : (٤٦٠ر٠٠٠ التكاليف الفعلية + ٧٥ر٠٠٠ الاتعاب الثابتة + ١/٤ × ٤٠ر٠٠٠ نصيبه فى وفورات التكاليف)

وسوف ترتفع نسبة العائد بالنسبة للبائع الى ٢٠ر٧ % (٩٥ر٠٠٠ ÷ ٤٦٠ر٠٠٠) ، أى أنه حقق زيادة ملحوظة عما خططة . اما اذا فشل البائع فى تخفيض التكاليف الفعلية ، ولنفرض أنها بلغت ٦٠٠ر٠٠٠ جنيه فانه سوف يحصل على ٦٧٥ر٠٠٠ جنيه (٦٠٠ر٠٠٠ جنيه تمثل التكاليف الفعلية + ٧٥ر٠٠٠ جنيه قيمة الاتعاب) .

وسوف ينخفض العائد الى ١٢ر٥ % (٧٥ر٠٠٠ ÷ ٦٠٠ر٠٠٠)
وفى رأينا أنه يجب أن تربط الحوافز ايضا بزمان أنجاز المشروع ، على سبيل المثال اذا كانت التكاليف المقدرة فى العقد ٤٠٠ر٠٠٠ جنيه وان الاتعاب ٤٠ر٠٠٠ جنيه اذا تم التنفيذ خلال سنة ، ويكون الحافزا مثلا فى زيادة الاتعاب بنسبة ١٠ % عن كهل يتم تخفيضه من زمن الانجاز ، والعكس صحيح .

فاذا تم الانجاز خلال ١١ شهرا ، فان : الاتعاب = $40000 \times \frac{11}{100}$ = ٤٤٠٠٠ جنيه

، واذا تم الانجاز خلال ١٣ شهرا ، تصبح الاتعاب = $40000 \times \frac{13}{100}$ = ٣٦٠٠٠ جنيه

٧ - بعض مفاهيم التكاليف وعلاقتها باتخاذ القرارات :

فى تقييم البدائل المختلفة. يجب أن تأخذ الإدارة فى الاعتبار التكاليف والايادات المستقبلية والتي سوف تختلف فى ظل كل من البدائل . وتهتم الإدارة فقط بتلك الاشياء التى تستطيع التأثير فيها . فهى لاتستطيع تغيير تكلفة الاراضى التى أشتريتها عام ١٩٦١ أو الايادات التى تحققها بتأجير هذه الاراضى فى السنوات السابقة . ويمكنها أن تغير التكاليف والايادات المستقبلية بقرارها الحالى بالنسبة لاستخدام الاراضى أو التخلي عنها ، ومن ثم فان التكاليف الملائمة هى التكاليف المستقبلية التى سوف تختلف تبعاً لتصرفات الإدارة والايادات الملائمة هى الايادات المستقبلية التى سوف تختلف تبعاً لتصرفات الإدارة .

ويوجد نوعان من التكاليف الملائمة هما : التكلفة الممكن تجنبها أو التكلفة المضافة وتكلفة الفرصة البديلة .

٧ - ١ . التكلفة الممكن تجنبها ، التكلفة المضافة :

وهى التكلفة التى يتم تحملها اذا انجز عمل معين ، أما اذا لم يتم هذا العمل أو التصرف فلا يتم تحمل قيمتها . فاذا كنا بسبيل إنشاء آلة معينة فاننا نتحمل هذه التكلفة اذا تم اقتناء الآلة . ومن ثم فان تكلفة الآلة تعتبر تكلفة مضافة ، ويمكن تجنبها طالما أن القرار أو التصرف لم يتم بعد ولكن اذا تم فانه لا يمكن تجنبها وبالمثل اذا كانت الإدارة تختار بين مستويات انتاج ٥٠٠ وحدة أو ١٥٠٠ وحدة فان التكلفة المضافة ب ١٠٠٠ وحدة تكون تكلفة مضافة أو يمكن تجنبها والتي سوف تسجل فقط عند انتاج ١٥٠٠ وحدة ولا تسجل عند انتاج ٥٠٠ وحدة وفى تقييم بدائل انتاج ١٥٠٠ وحدة بدلا من ٥٠٠ وحدة ، أو إنشاء آلة أم لا ، فاننا نقارن التكاليف المضافة بالايادات المضافة . وعندما تزيد التكلفة المضافة على الايادات المضافة لبدل معين فانه لا يتم اتخاذ قرار باختياره . اما اذا كانت الايادات المضافة نتيجة انتاج ١٠٠٠ وحدة إضافية اكبر من التكلفة المضافة لها فاننا قد نقرر انتاجها . ولا نشترط بالضرورة ذلك فقد يكون صافى الايادات غير كاف وهناك من البدائل الاخرى ما يحقق ايرادا صافيا أعلى .

٧-٢ . تكلفة الفرصة البديلة :

تكلفة الفرصة البديلة لاستخدام مورد معين في استخدام واحد هي صافي التدفقات النقدية التي يمكن الحصول عليها اذا استخدم المورد في أفضل استخدام بديل . وبالرغم من أن تكاليف الفرصة البديلة لا تدون في سجلات التكاليف إلا أنها يجب أن تؤخذ في الاعتبار في تقييم البديل المعين .

وتوضح مقارنة الإيرادات المضافة بالتكاليف المضافة : هل مشروع استخدام الموارد مريح أم لا ؟ ويساعد تحليل تكاليف الفرصة البديلة على تحديد : هل المشروع هو أفضل الاستخدامات المربحة للموارد ؟

وعلى سبيل المثال ، فإذا كانت الإدارة تقييم استخدام مواد أولية تبلغ التكلفة التاريخية لاحتياجات منها ١٠ جنيه ، والتي يمكن بيعها بمبلغ ٥٠ جنيه بتكاليف مضافة قدرها ٢٣ جنيه ، فيقدر أن يحصل المشروع على صافي تدفقات نقدية ٢٧ جنيه . وتبعاً لذلك فإنه استخدام مريح للموارد . وعلى أية حال فإنه قد يكون أو لا يكون هو الذي يحقق أقصى الأرباح في استخدام الموارد . فإذا كان يمكن بيع المواد الأولية اللازمة لوحدة المنتج بمبلغ ٢٠ جنيه فإن تكلفة الفرصة البديلة لاستخدام المواد الأولية في هذا المشروع هي ٢٠ جنيه . ونقارنه بالتدفقات النقدية التي تنتج من العمليات الانتاجية الإضافية والبيع ، وسوف نجد أن الانتاج والبيع يحقق تدفق صافي ٧ جنيهات عن الوحدة .

ويجب أن ندرك أن تكاليف الفرصة البديلة تتحدد بالنسبة لتصرف أو عمل معين تأخذه الإدارة في الاعتبار . ففي المثال السابق ، كانت الإدارة تأخذ في الاعتبار استخدام المواد الأولية في الانتاج . وكان الاستخدام البديل للمواد الأولية هو بيعها وذلك ما حدد تكلفة الفرصة البديلة بمبلغ ٢٠ جنيه . وإذا فكرت الإدارة في بيع المواد الأولية بمبلغ ٢٠ جنيه فإن تكلفة الفرصة البديلة تكون ٢٧ جنيه . وفي هذه الحالة تزيد تكلفة الفرصة البديلة على التدفقات النقدية الصافية التي نحصل عليها بمقدار ٧ جنيه . وتسمى هذه القيمة أحياناً خسارة الفرصة البديلة لاحظ أن التكلفة التاريخية ١٠ جنيه لم تؤخذ في الاعتبار في تقييم أي من البدائل . فهي ليست تكلفة ملائمة .

وفى بعض الحالات لا تكون تكلفة الفرصة البديلة واضحة فى صورة تدفقات نقدية، بل تكون بمثابة تكلفة الفرصة البديلة الضمنية . وعلى سبيل المثال ، اذا كان استثمار معين يتطلب ١٠٠٠ ر ١٠٠٠ جنيه فانه يكون من الافضل تقييم كل البدائل الممكنة لاستثمار مبلغ ١٠٠٠ ر ١٠٠٠ وبالرغم من أنه من الناحية الفعلية لا توجد بدائل واضحة وقاطعة ومتاحة . وقد تقوم الادارة بحساب الفائدة الضمنية على مبلغ ١٠٠٠ ر ١٠٠٠ جنيهه وتستخدمها باعتبارها تكلفة الفرصة البديلة للاقتراح الذى تم اختياره .

من الواضح أن اتخاذ القرارات على أساس بيانات التكاليف التاريخية يواجه انتقادات عديدة ، ولعل من المؤشرات الواضحة على عدم قبول ارقام التكلفة التاريخية أنه يتم الاعتماد على تكلفة الاحلال فى بعض القرارات ، وكذلك تعدل الفوائض المالية وفقا للتغيرات فى مستوى الاسعار . ويشار عادة فى المحاسبة الادارية الى أن التكاليف التاريخية هى تكاليف مغرفة فهى محصلة قرارات الماضى الذى لا تملك الادارة أى رقابة عليه وانها غير ملائمة لاتخاذ القرارات حول المستقبل . وعلى سبيل المثال فان تكلفة الحصول على حقوق لاستخراج البترول فى منطقة معينة ثم شراؤه فى عام ٦١ لا تكون ملائمة لتقرير هل نستمر فى الاستغلال أم لا ؟ هل نبيع هذه الحقوق ، أو نحفظ بها ؟ ولكن المهم هو مقدار النقدية الذى يمكن الحصول عليه فى المستقبل من العمليات أو البيع .

وبالرغم من التكاليف المغرفة فى حد ذاتها غير ملائمة لاتخاذ القرارات فانه يجب تحليلها بالتفصيل قبل أن تتخذ القرارات حول الاحداث المستقبلية ، ولذلك سنبين على الاقل :

١- قد تؤثر التكاليف التاريخية على مدفوعات الضرائب المستقبلية والتى سوف تختلف اعتمادا على نوع العمل الذى تقرره الادارة .

٢- قد يقدم تحليل التكاليف التاريخية معلومات تفيد فى التعرف على كيفية الاختلاف فى التكاليف المستقبلية فى ظل البدائل المختلفة .

٧-٣. التكلفة الممكن تجنبها وتكلفة الفرصة البديلة للبدائل :

سوف نقدم أحد الأمثلة والذي يتضمن كلا من تكلفة الفرصة البديلة والتكلفة الممكن تجنبها ، اشترت شركة سيناء العائدة آلة متخصصة لإنتاج أنواع متساوية من المنتجات . ولا يمكن إعادة بيع الآلة ، كما أن قيمتها خردة تساوى صفر . وتم تحليل التدفقات النقدية الداخلة والخارجة نتيجة إنتاج كل من المنتجات (أ) ، (ب) ، (ج)

المنتج	أ	ب	ج
بيان :	جنيه	جنيه	جنيه
تدفقات نقدية داخلية	١٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	١٨٠٠٠
نفقات نقدية	٨٠٠٠	١٧٠٠٠	١٤٠٠٠
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
صافي التدفقات النقدية الداخلة	٢٠٠٠	٣٠٠٠	٤٠٠٠
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
التكاليف الممكن تجنبها	٨٠٠٠	١٧٠٠٠	١٤٠٠٠
تكلفة الفرصة البديلة	٤٠٠٠	٤٠٠٠	٣٠٠٠
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
صافي عائد كل منتج	(٢٠٠٠)	(١٠٠٠)	١٠٠٠

ويلاحظ ما يلي :

(١) أن التكاليف الممكن تجنبها هي تلك التكاليف التي سوف تتحملها الشركة إذا اختارت البديل المرتبط بها . ويلاحظ أن كلا من التكاليف الممكن تجنبها وتكاليف الفرصة البديلة قد حددت في ضوء علاقة بالبدائل محل الاعتبار . ومرة أخرى نذكر القارئ أن التكلفة التاريخية للآلة لم تؤخذ في الاعتبار في التقييم .

(٢) عند قبول إنتاج المنتج (أ) فإننا نكون قد ضحينا بأعلى مكاسب كانت ست متوقعة وهي مبلغ ٤٠٠٠ جنيه الذي كان سيحققه المنتج (ج) ، وينطبق هذا على المنتج (ب) ولذلك تكون تكلفة الفرصة البديلة لكل منها ٤٠٠٠ جنيه . وإذا تم إنتاج المنتج (ج) فنكون قد ضحينا بمبلغ ٢٠٠٠ جنيه لعدم إنتاج (أ) أو ٣٠٠٠ جنيه لعدم إنتاج (ب) وتكون تكلفة الفرصة البديلة هي ٣٠٠٠ جنيه .

مثال :

تقوم شركة الفرح بإنتاج منتج واحد وتظهر التكلفة كما يلي :

مواد مباشرة	٢٠ جنيه
عمل مباشر	١٥ جنيه
م.ص. متغيرة	٥ جنيه
م.ص. ثابتة	١٠ جنيه تبلغ الطاقة الطبيعية للإنتاج
م.بيعية وإدارية متغيرة	٥ جنيه والبيع ٢٥٠٠٠ وحدة
م.بيعية وإدارية ثابتة	٢ جنيه
التكلفة الكلية للوحدة	<u>٥٧</u>

وقد تم استلام طلبية من موزع اجنبي لشراء ٢٠٠٠ وحدة بسعر ٤٧ جنيه للوحدة وإذا كان لدى المنشأة طاقة زائدة كافية ولا تباع فى أى سوق خارجى .
ويؤدى قبول الطلبية الى تحمل مصروفات إدارية وبيعية خاصة قدرها ٥٠٠ جنيه ولا توجد عناصر أخرى إضافية من هذه الفئة . فهل يتم قبول الطلبية ؟
تتمثل التكلفة الملائمة للوحدة فى تكلفة المواد الأولية وتكلفة العمل المباشر والتكلفة الصناعية المتغيرة ومجموعها ٤٠ جنيه للوحدة ، ولذلك فإن الربح الحدى للوحدة يبلغ ٧ جنيه ، والربح المباشر للطلبية ١٤٠٠٠ جنيه (٢٠٠٠ وحدة x ٧ جنيه) . يستبعد منه ٥٠٠ جنيه تكاليف ثابتة للطلبية ، ونتيجة لذلك تساهم الطلبية بمبلغ ١٣٥٠٠ جنيه فى تغطية التكاليف الثابتة الأساسية والأرباح .

والتكاليف الملائمة التى يتضمنها التحليل هى التكاليف المضافة للطلبية وليست التكاليف الثابتة الموزعة . وقبل اتخاذ القرار بقبول الطلبية ، فإن هناك كثيراً من العوامل غير الكمية التى يجب أخذها فى الاعتبار . ولعل أهمها هو الأثر المحتمل لقبول الطلبية على الهيكل السعري وحجم المبيعات فى المدى الطويل . فعلى امتداد فترات الزمن يجب أن تحقق الشركة استرداد ٥٧ جنيه عن كل وحدة لكى تستمر فى العمل وبحجم يبلغ ٢٥٠٠٠ وحدة ومع هيكل التكاليف الحالى . وسوف يؤدى قبول الطلبية الى زيادة الأرباح بمبلغ ١٣٥٠٠ جنيه إذا لم يكن لها أثر على حجم المبيعات أو الأسعار الأخرى . أما إذا كان قبول الطلبية يؤدى الى ضغط لتخفيض كل الأسعار "سواء" اقترن بعدم رضا العملاء أو أن أيا من الحدثين كان متوفعا ، فإنه ليس من الحكمة قبول الطلبية .

أسئلة وتمارين الفصل الرابع

أولا - الاسئلة :

السؤال الأول :

” تمديد قرارات التسعير في المدى القصير حياة المنشأة في الاجل الطويل ”
ناقش هذه العبارة .

السؤال الثاني :

يتأثر السعر المحدد على أساس التكلفة الكلية بأسلوب توزيع التكاليف المتصلة - علق على
هذه العبارة مع الشرح من خلال مثال رقمي .

السؤال الثالث :

طالب إليك مدير الشركة أن تعمل بها كمحاسب اد اري أن تعطية فكرة عن أهمية التعرف
بين الإيرادات والتكاليف الملائمة ، والإيرادات والتكاليف غير الملائمة ، وضح لنا
ما تقول في حدود ثمانية أسطر .

السؤال الرابع :

ناقش أحد العروس التي تقوم عليها تحليل التعادل موضحا أثره على النتائج التي
يطهرها تحليل التعادل .

السؤال الخامس :

مع أن نماذج التسعير على أساس التكاليف سهلة الاستخدام ، فأنها قد لا تكون صحيحة
نظريا ، ماهو موقفك من هذه العبارة - برر . وأذكر بعض الأسباب التي من أجلها
تستخدم هذه النماذج على نطاق واسع .

السؤال السادس :

- أ - اكتب مقالا رقميا بسيطا تشرح به لزميلك نسبة هامش الأمان .
- ب - من خلال مثال رقمي أكتب مثلا توضح به مفهوم تكلفة الفرصة البديلة .
- ج - تؤثر التغيرات في تشكيلة المبيعات على نقطة التعادل . علق على هذه العبارة
موضحا متى تؤثر ؟ ولماذا تؤثر ؟ ومتى لا تؤثر ؟ .
- د - اذكر أساسين لتبويب التكاليف مع تحديد فئات التهييب والغرض الأول لكل منهما .

السؤال السابع :

- حدد أيًا من العبارات التالية يعتبر صوابًا وأيها يعتبر خطأً مع التبرير في ثلاثة أسطر .
- ١- إذا كانت نسبة الربح المباشر من تشكيلة منتجين ٣٠٪ وكانت نسبة مبيعاتهما ٢ : ١ ونسبة الربح الحدى للمنتج الأول ٢٥٪ تكون نسبة الربح الحدى للمنتج الثانى ٤٠٪
 - ٢- تكون عقود التكلفة زائداً الاتعاب الثابتة أكثر خطوره من عقود السعر المحدد بالنسبة للمورد .
 - ٣- يمكن أن يكون الزمن حافزاً فى العقود غير أنه لا يرتبط بالتكلفة المقدرة بنفس درجة ارتباطه بالتكلفة الفعلية .
 - ٤- إذا ما أصبحت التكاليف الثابتة لخط الإنتاج (القنطارية) ملزماً فإنه لا يكون ملائماً عند اتخاذ قرار استبعاد خط الإنتاج .
 - ٥- إذا كانت المبيعات عشرة آلاف وحدة والإنتاج اثنى عشر ألف وحدة فإن المسمى الملائم للإنتاج احدى عشر ألف وحدة .
 - ٦- تسمى بعض أنواع العقود بعقود التكلفة المستردة لأن المشتري يسدّد جميع ما يسدده إذا لم ينفذ العقد .
 - ٧- يزيد عدم التأكد فى عقود التكلفة زائداً نسبة كاتعاب وذلك من وجهة نظر البائع والمشتري على السواء .
 - ٨- إذا استخدمت معادلة نقطة التعادل بدفّة فهذا يعنى صحة النتائج وأن المدخلات من البيانات تكون على نفس مستوى الدقة .
 - ٩- بالرغم من أنه يمكن توزيع التكاليف المتصلة على المنتجات المرتبطة بها وفقاً لعدة أسس فإن أثرها على التسعير يكون واحداً فى جميع الأحوال .
 - ١٠- بصرف النظر عن القيود المعروضة على تحديد السعر ، فإنه يمكن تحديده نظرياً وتطبيقياً وعملياً وفقاً للنظرية الاقتصادية بسهولة .

السؤال الثامن :

حدد أيًا من العبارات التالية يعتبر صوابًا وأيها يعتبر خطأً مع تبرير الإجابة .
في حدود ثلاثة من الأسطر .

- ١- مع أن التسعير على أساس التكاليف سهل الاستخدام فقد لا يكون صحيحاً نظرياً .
- ٢- أحد المخاطر في استخدام الدخل الحدي للتسعير أن المنشأة قد لا تتعرف على حجم المبيعات اللازم لتغطية التكاليف الثابتة .
- ٣- من الأفضل أن تطبق التسعير على أساس التكاليف الكلية ضمن سياسات التسعير للطلبات الخاصة .
- ٤- الأسعار الموضوعة على أساس التكاليف الكلية تعتبر صحيحة من الناحية النظرية من تلك الأسعار المحددة على أساس منحنى الطلب والعرض .
- ٥- يؤدي التحويل إلى الآلية لآثار على نقطة التعادل نتيجة زيادة أجور الفنيين والاحصائيين في تشغيل الأنظمة الآلية للإنتاج .
- ٦- إذا كان مجموع التكاليف المتغيرة للمبيعات متساوية مع التكاليف الثابتة لها فإن زيادة أي منها يؤدي لنفس أثر نقص الآخر عند ثبات عدد الوحدات المباعة .
- ٧- لا يشترط بالضرورة أن تكون التكاليف المتغيرة ذات علاقة خطية مع حجم المبيعات طالما أن المنشأة تعمل في حدود المدى الملائم .
- ٨- إذا كانت قيمة مبيعات التعادل ضعف هامش الأمان وتعادل التكاليف الثابتة نصف قيمة الأولى فإن صافي ربح المنشأة يعادل خمس قيمة مبيعاتها .
- ٩- إذا أظهرت خريطة التعادل التكاليف الثابتة أعلى التكاليف المتغيرة فإن الربح الحدي ينحصر بين خطي المبيعات والتكاليف المتغيرة .
- ١٠- إذا أنخفضت التكاليف الثابتة إلى أربعة أخماس مقدارها وزادت التكاليف المتغيرة بمقدار $\frac{1}{2}$ من الربح الحدي للوحدة لا تتأثر نقطة التعادل طالما أن سعر بيع الوحدة يكون رقماً ثابتاً .

- ١١- إذا ما حدد السعر وفقا لأساس التكلفة فإنه لا يتأثر بقوى المنافسة في السوق .
- ١٢- بالرغم من امكانية بيع المنشأة لجانب كبير من إنتاجها بسعر يفوق السعر المخطط ومع أنها خفضت تكاليفها فإنها لم تحقق الربح المخطط .
- ١٣- إذا كان مستوى السعر عاليا لدرجة عزوف العملاء عن الشراء المنتج ، فإن متوسط التكلفة الفعلية يفوق السعر .

ثانيا- التمارين :

التمرين الأول :

فيما يلي بعض البيانات عن شركة التوفيق التي تنتج منتجا واحدا :

مخزون أول الفترة ٣٠٠٠٠ وحدة ، الانتاج ١٥٠٠٠٠ وحدة ، المبيعات ١٢٠٠٠٠ وحدة . وتبلغ التكاليف المتغيرة للوحدة : بيعية ٢ جنيه ، صناعية ١ جنيه ، وتباع الوحدة بمبلغ ٥ جنيهات ، وتبلغ التكاليف الثابتة : البيعية ٦٥٠٠٠ جنيه ، والصناعية ٢٥٠٠٠ جنيه .

وتظل التكاليف الثابتة دون تغير خلال المدى العلام من ٢٥٠٠٠ وحدة الى ١٦٠٠٠٠ وحدة .

والمطلوب :

- (أ) تحديد مبيعات التعادل السنوية بالوحدات .
- (ب) تحديد صافي الربح من المبيعات المقدرة .
- (ج) بافتراض تحقيق المبيعات المقدرة ، افترض التغيرات الآتية .
زيادة سعر البيع بواقع ٢٠% ، زيادة التكاليف الصناعية المتغيرة ١٠% وثقا التكاليف البيعية المتغيرة كما هي . وتزيد التكاليف الثابتة الى ١٠٤٠٠٠ جنيه .
- ما هو عدد الوحدات التي يجب بيعها حتى يتحقق ربح يعادل ١٠% من الربح الحدي ؟
- (د) استلمت الشركة طلبية خاصة بشراء ١٠٠٠٠ وحدة تستخدم في سوق آخر ، وباستخدام البيانات الأصلية - ما هو سعر الوحدة الذي تقبله الشركة اذا كانت تريد تحقيق صافي ربح مقدارة ٥٠٠٠ جنيه من هذه الطلبية ؟

التمرين الثانى :

تصنع إحدى الشركات منتجين (س) ، (ص) وفيما يلى التقديرات الخاصة بهما لعام ١٩٨٢

المبيعات	المنتج (س)	المنتج (ص)
المنتج (س) ١٠ر٠٠٠ وحدة	١٠٠ر٠٠٠	

المنتج (ص) ٢٥٠٠ وحدة	١٠٠ر٠٠٠	
----------------------	---------	--

التكاليف :

المتغيرة	٦٠٠٠٠	٣٠٠٠٠
الثابتة	٢٠٠٠٠	٥٦٠٠٠
	٨٠ر٠٠٠	٨٦ر٠٠٠

الدخل قبل الضريبة	٢٠ر٠٠٠	١٤ر٠٠٠
-------------------	--------	--------

والداوب :

(١) بافتراض أن المعدات وتسهيلات الانتاج تستخدم بصورة مستقلة حدد حجم التعادل للمنتج (س) ، وقيمة التعادل للمنتج (ص)

(٢) اذا افترضنا أنه كلا المنتجين أصبح مكلا للاخر بنسبة ١ : ١ ، ولا توجد أى تغيرات فى معادلة التكلفة للشركة . فما هو حجم التعادل ؟

(٣) باستخدام الافتراض السابق حدد معدل الربح المباشر للشركة .

التمرين الثالث :

باعت شركة مراد وشركاه ١٠٠ر٠٠٠ وحدة من منتجها الوحيد بسعر ٢٠ جنيه للوحدة ، وتبلغ التكلفة المتغيرة للوحدة : صناعية ١١ جنيه ، وبيعية ٣ جنيه . وتصل التكاليف الصناعية الثابتة ٥٠٠ر٠٠٠ جنيه ، والتكاليف البيعية الثابتة ٢٩٢ر٠٠٠ جنيه . ولا يوجد مخزون فى بداية أو نهاية الفترة .

والمطلوب :

(١) تحديد التعادل بالحجم والقيمة .

(٢) ما هو عدد الوحدات اللازم بيعها لتحقيق أرباح قبل الضريبة قدرها ٦٠ر٠٠٠ جنيه ؟

(٣) إذا كان معدل الضريبة ٤٠٪ من الدخل فما هو حجم المبيعات اللازم لتحقيق م
أرباح بعد الضريبة مقدارها ٩٠٠٠٠ جنيه

(٤) إذا كانت تكاليف العمل تبلغ ٥٠٪ من التكاليف المتغيرة ، ٢٠٪ من التكاليف
الثابتة ، فما هو عدد الوحدات المطلوبة لتحقيق التعادل إذا قررت الشركة
منح العمال والموظفين علاوة قدرها ١٠٪ من الأجور والمرتببات .

التمرين الرابع :

تقوم إحدى الشركات بإنتاج ثلاثة أنواع من أغذية الدواجن ، ويتم تسويتها فى
عدة مناطق . وتستخدم نفس الحبوب والمواد الأخرى لكل نوع من أنواع الأغذية ، ولكن
فى توليفات مختلفة . وفيما يلى تكاليف كل منها :

نوع الغذاء	التكاليف المتغيرة للمواد لكل ٥٠ كجم	المبيعات المقدرة (طن)
(أ)	٥٢	٢٤٠
(ب)	٥١	٩٠٠
(ج)	٤٢٥	١٢٠٠

وتتكون تكاليف الإنتاج المتصلة من تكاليف العمل غير المباشر ومستودعات الخلط وتبلغ
١٠٥٣٠٠ جنيه . ولقد وضعت الإدارة سياستها التسعيرية فى السابق على أساس
التكاليف الكلية . ولكن أشتكى قسم المبيعات من أن الاسعار أكثر مما ينبغي إذا ما
مورنت بأسعار المنافسين ، وأن نصيب الشركة فى السوق ينكمش . وكانت الشركة تستخدم
نسبة إضافة قدرها ٢٠٪ على التكاليف الكلية المحددة بعد توزيع التكاليف المتصلة على
أساس الكميات المنتجة .

المطلوب :

- (١) تحديد سعر بيع العبوة ٥٠ كجم لكل من أنواع الغذاء مقترضا التسعير على
أساس التكاليف الكلية .
- (٢) بافتراض تكلفة متغيرة إضافية قدرها جنيه واحد لكل عبوة من الغذاء (ح) يمكن أن

أن تزيد المبيعات الى ٢٤٠٠ طن دون التأثير على النوعين الآخرين . وتعتمد الإدارة أن هذا النوع لا يمكن زيادة سعره العالي الموضوع على أساس التكلفة الا بمقدار ١ جنيه لكل عبوة . وإذا تم إنتاج الكمية الإضافية ، فإن التكاليف الكلية المتصلة سوف تزيد لتصل الى ١١٧٠٠٠ جنيه . فمماذا توصي .

التمرين الخامس :

تقوم شركة " محمود ورجب " بإنتاج أربعة منتجات س ، ص ، ن ، ح . ولقد لجأت إليك لكي تقوم بدراسة ربحية المنتجات والآثار المختلفة لتعبير نسكيلة المنتج ، وقد مت لك المعلومات الآتية .

المنتج :	(س)	(ص)	(ن)	(ح)
المبيعات (جنيه)	١٠٠٠٠	١٨٠٠٠	١٢٣٠٠	٢٣٠٠٠
تكلفة المنتجات المباعة	٤٧٥٠	٧٠٥٦	١٣٩٦٨	١٨٥٠٠
اجمالي الربح	٥٢٥٠	١٠٩٤٤	(١٣٦٨)	٣٥٠٠
م . ا د ا ر ي ة و ب ي ع ي ة	١٩٩٠	٢٩٧٦	٢٨٢٦	٥٢٢٠
الدخل قبل خصم الضرائب	٣٢٦٠	٧٩٦٨	(٤١٩٤)	(١٧٢٠)
الوحدات المباعة	١٠٠٠	١٢٠٠	١٨٠٠	٢٠٠٠
التكلفة المتغيرة للوحدة المباعة	٢ر٥	٣	٦ر٥	٩
(بالجنيه)				
مصرفات متغيرة للوحدة المباعة	١ر١٧	١ر٢٥	١	١ر٢

وإذا أمكنك جمع الافتراحات المختلفة وحددت البدائل الممكنة (مراعي أن كلا منها يعتبر مستغلا عن البدائل الأخرى) فهي :

- (١) إيقاف إنتاج المنتج (ن) .
- (٢) إيقاف إنتاج المنتج (ن) ونتيجة لذلك أن بعض مبيعات المنتج (ص) بمقدار ٢٠٠ وحدة لأن بعض العملاء يفضل شراء المنتجين من نفس الدائع .
- (٣) زيادة سعر (ن) بمقدار ٨ جنيه وبعض الكمية المباعة الى ١٥٠٠ وحدة .

(٤) ايفاف المنتج (ل) مع استخدام الطاقة لانتاج منتج جديد (هـ) مجموع التكلفة المتغيرة للوحدة ٨٠٥ ر.جنيه ويمكن بيع ١٦٠٠ وحدة منه بسعر ٩٥ ر.جنيه للوحدة (٥) تحويل جزء من الطاقة التي تنتج المنتج (س) لانتاج المنتج (ع) وتستطيع الشركة اجراء التحويل دون أية تضحيات غير أن إنتاج (س) سوف تنخفض الى ٥٠٠ وحدة ، يمكن بيع الوحدة بسعر ١٢ جنيه ، بينما يزيد انتاج (ع) الى ٢٥٠٠ وحدة يمكن بيع الوحدة بسعر ١٠٥ ر.جنيه .

(٦) مضاعفة انتاج المنتج (س) بتشغيل وردية ثانية مع تحمل زيادة الاجور لتصل التكلفة المتغيرة لكل من الوحدات الاضافية ٣٥ ر.جنيه ، ويمكن بيع هذا الانتاج الاضافي ١٠ جنيه للوحدة .

والمطلوب : اختيار افضل الاقتراحات من حيث أثره على الارباح ثم تحديد أثره على نقطة التعادل ونسبة هامش الأمان .

التعريف السادس :

تقوم " شركة ايمن وشركاه " بالتخصص في انتاج انواع معينة من الترموستات بوحاليا تعمل الشركة في حدود ٨٠ ٪ من طاقتها حيث تبلغ المبيعات مقدرة بوحدة القياس المتماثلة ٢٠٠٠ ر.وحدة . وقد نجحت الشركة في تصريف مبيعاتها باستخدام التسعير الحدي حيث يضاف للتكلفة المتغيرة ما يعادل ٧٥ ٪ منها لتحديد سعر البيع . وعادة تشترك الشركة في المناقصات التي تعلن عنها الادارة الحكومية المختلفة ، والطلبية تحت الدراسة تتضمن توريد ١٠٠٠ وحدة وقد تم تقدير التكاليف اللازمة لها على النحو التالي :

المصروفات متغيرة ١٠٠٠ ر.جنيه وتبلغ التكاليف الثابتة الموزعة ضعفها ، العمل المباشر ٥٠٠ ر.جنيه والمواد الاولية ٧٠٠ ر.جنيه ، المصروفات الادارية ومصروفات النقل لهذه الطلبية ١٠٠ ر.جنيه ، وتتطلب هذه الوحدات ادوات ومهمات ومناصر خاصة تبلغ قيمتها ٣٠٠ ر.جنيه .

والمطلوب :

(١) تحديد تكلفة الفرصة البديلة لقبول الطلبية معيسة بالربح المباشر الذى يتم التضحية به .

(٢) ما هو الحد الأدنى للسعر الذى تقبله الشركة بالنسبة لهذه الطلبية بدون التضحية بالأرباح الحالية .

(٣) تحديد التغير فى نسبة هامش الأمان عندما تعمل الشركة بالطاقة الحالية وعندما تعمل بالطاقة الكاملة .

التمرين السابع :

تحقق شركة " الاثاث الحديث " لصناعة الاثاث حساير تعادل ٣٠٠ر٠٠٠ جنيه سنويا، وتظهر قائمة الدخل عن عام ١٩٨١ كما يلى :

جنيه	
١٢ر٥٠٠ر٠٠٠	المبيعات
٦ر٠٠٠ر٠٠٠	تكلفة البضاعة المباعة
٦ر٥٠٠ر٠٠٠	مجمل الربح
٦ر٨٠٠ر٠٠٠	مصرفات ادارية وبيعية
٣٠٠ر٠٠٠	صافى الخسارة

وتبلغ طاقة مصنع الشركة ١٠٠ر٠٠٠ ساعة عمل / آله كل سنة، ولكنها تعمل عند مستوى ٦٠ر٠٠٠ ساعة فقط ، وتبلغ التكاليف الصناعية الثابتة ٨٤٠ر٠٠٠ جنيه فى السنة ، ومعدل المصروفات الصناعية المتغيرة ٢ جنيه لكل ساعة عمل (حيث توزع كل المصروفات الصناعية المتغيرة على اساس ساعات عمل الآلات) . ولقد استلمت الشركة طلبا من احدى الجمعيات لتوريد ١٠٠ جهاز عرائس كل عام ، ومع أن الشركة لم تخصص فى هذا النوع من الاثاث الدقيق الجميل ، غير أن الشركة نظرا لظروفها ترغب فى الاستفادة من هذه العرض لتستفيد من مصنعها وقد تم جمع المعلومات التالية :

- ١- سوف يتطلب الجهاز الواحد ٢٠ ساعة عمل على الآلات .
- ٢- المواد الاولية اللازمة ٧٠٠ جنيه والعمل المباشر ٢٠٠ جنيه .
- ٣- تبلغ مصروفات التشغيل والنقل للجهاز الواحد بمبلغ ٩٠ جنيه للجهاز الواحد .

٤- السعر الذى عرضته الجمعية ١٢٥٠ جنيه ؛

٥- سوف تزيد المصروفات الادارية بواقع ١٠٠٠٠ جنيه سنويا .

وبعد الدراسة قررت الشركة رفض الطلبية على أساس المعلومات التالية :

جنيه	
١٢٥٠	سعر البيع
١١٥٠	تكلفة الجهاز
<hr/>	
١٠٠	مجموع الربح
<hr/>	
٩٠	مصرفات تغليف ونقل
١٠	مصرفات ادارية
<hr/>	
١٠٠	
<hr/>	
صفر	صافي الربح

وال المطلوب :

(١) وضع الطريقة التى يحتفل أن الشركة قد اتبعتها فى تحديد تكلفة الجهاز .

(٢) أن يعتد على بيانات التكاليف من اظهار رأيك فى الطلبية .هل تقبل أم لا ؟

(٣) ما هو أدنى سعر تغبله الشركة ويكون ملائما لظروفها الحالية .

الفصل الخامس

اتخاذ القرارات في مجال التخطيط المالي

١ - مقدمة :

تناولنا في الفصل السابق القرارات المتعلقة بتخطيط الأرباح ، ولعنا ندرك أن لتلك القرارات جميعاً جوانبها المالية . وعندما نهتم بكفاءة استغلال الموارد لتحقيق هدف الربح ، فلا شك أنه تواجهنا قيود تفرضها كمية الموارد المتاحة خلال الفترة . ويعنى ذلك الاهتمام بكفاءة استغلال الموارد المتاحة للمنشأة . ونظراً لأن دراستنا التالية للموازنة الرأسمالية سوف تعالج مشكلة تخصيص الموارد في الاستثمارات طويلة الأجل ، فإن التركيز في هذا الفصل ينصب على تخصيص الموارد في الاستثمارات قصيرة الأجل . وسوف تتضمن دراستنا ما يلي :

— دورة العمليات ورأس المال العامل .

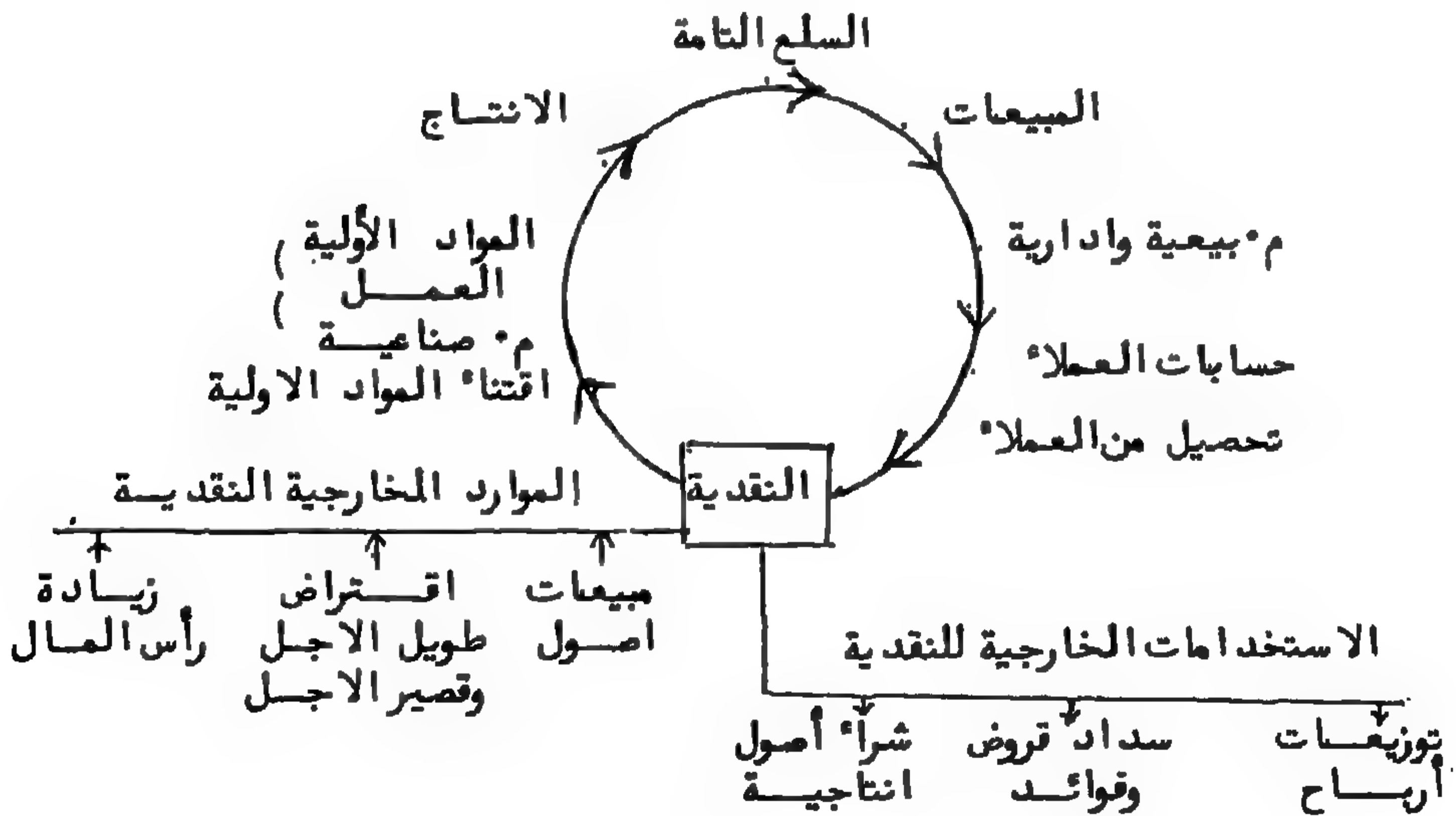
— أعداد قائمة الأموال .

— قرارات الاستثمار في رأس المال العامل .

٢ — دورة العمليات ورأس المال العامل :

نهتم بالسيولة واليسر في مجال التخطيط قصيرة الأجل للموارد . وتتضح السيولة من مقدار وتوليفة الأصول . ويعبر اليسر عن قدرة المنشأة على سداد ديونها عند آجال استحقاقها . غير أننا نهتم أولاً بالسيولة . ويرجع ذلك إلى أنه بوجود نقدية كافية وأصول سائلة أخرى فإنه يمكن إعداد الموازنات التقديرية وتوقيت التدفقات النقدية الداخلة والخارجة . ويترتب على ذلك أن تظل المنشأة متيسرة . ولكن كيف يتحدد حجم السيولة اللازم لتمكين المنشأة من تمويل عملياتها ؟ ولا شك أن عوامل متعددة يجب أن يتم الاسترشاد بها ، لأن تحديد المقادير الصحيحة من النقدية والأصول السائلة يتضمن مبادلات بين الربحية والخطر . حيث أنه بزيادة السيولة إلى درجة كبيرة جداً تتحمل المنشأة زيادة في تكلفة رأس المال وتتعرض لخطر سوء إدارة الموارد أو الاختلاس . ومن ناحية أخرى ، يؤدي النقص الكبير في

السيولة الى زيادة فى التكاليف نتيجة عدم القدرة على الحصول على خصم الكمية أو الخصم النقدى وفقدان بعض الطلبيات وخطر الاعسار • وفى مجال تخطيط السيولة نهتم بدورة الموارد السائلة — والتي نسميها رأس المال العامل — خلال دورة النشاط الجارى • ولاغراض دراستنا يعبررأس المال العامل عن الفرق بين الأصول المتداولة والالتزامات الجارية • وتتضمن الأصول المتداولة النقدية وأيضا تلك الأصول التى يتوقع أن تتحول الى نقدية أو تستنفذ فى العمليات العادية خلال دورة النشاط العادية، أو خلال سنة، أيهما أطول • وتعتبر الالتزامات الجارية عن تلك الالتزامات التى تستحق خلال دورة النشاط، أو سنة، أيهما أطول • ونحن بذلك نتوقع أن تسدد الالتزامات الجارية من تدفق الأصول المتداولة • وتعتبر دورة النشاط من الزمن اللازم لاستعادة النقدية المستثمرة، فى المخزون الى المنشأة خلال تحصيل النقدية من بيع المنتجات أو الخدمات • ويوضح الشكل التالى دورة النشاط وتدفق النقدية :



(التدفق النقدى — دورة النشاط)

ويتضح من الشكل السابق أن دورة النشاط تبدأ بالنقدية وتنتهى بها ، وتمر
بالخطوات التالية :

شراء المواد الأولية ، ثم الانتاج حيث تتحمل المنشأة تكاليف العمـل
والمصروفات الصناعية اللازمة لتحويل المواد الأولية الى منتجات يمكن بيعها ، يلي ذلك
بيع المنتجات وما يترتب على النشاط من مصروفات ادارية وبيعية ، وأخيرا تحصيل
قيمة المبيعات . وهكذا — تصبح المنشأة قادرة مرة أخرى على تكرار دورة النشاط .
وبالإضافة الى النقدية التى تتولد من العمليات تخصل المنشأة على موارد أخرى
من زيادة رأس المال ، أو الاقتراض ، أو بيع الأصول — كما توجه النقدية الى
الاستثمار فى الأصول المنتجة ، أو سداد القروض أو توزيعات الارباح وغيرها .

ويتوقف مقدار رأس المال العامل المطلوب على حجم الاعمال (التى توضحها
دورة العمليات) وطول دورة العمليات (ويوضحها سرعة أو تدرج الحركة فى الدورة)
وقد يرجع التغير فى حجم الدورة الى نمو النشاط أو التغيرات الموسمية . وحيث يزيد
حجم المبيعات تحتاج المنشأة الى زيادة رأس المال العامل ويزيد حجم الدورة .
ويمكن زيادة التدفق بتأخير المدفوعات للموردين أو تقصير وقت العمليات اللازمة
للانتاج ، أو تعجيل التحصيل من العملاء .

ويتركز اهتمامنا فى تخطيط الموارد قصيرة الأجل بعاملين :
الأول : توقيت التدفقات النقدية ، فيجب أن تحافظ المنشأة على الموارد الضرورية
من النقدية لمقابلة احتياجات خلال فترة معينة من الزمن .

الثانى : ويتضمن الاجابة على الاسئلة التالية :
• ما هو مقدار رأس المال العامل الذى يكفى لمقابلة احتياجات المنشأة ؟
• ماهى التوليفة التى تشكل هذا المقدار ؟
ويعنى نقص رأس المال العامل تحمل تكاليف اضافية ، بالإضافة الى زيادة خطر
الاعسار ، كما أن زيادته تؤدي لآثار سلبية على الربحية .

٢-١- في تخطيط رأس المال العامل — سرد لبعض الأدوات والملاحظات :

٢-١-١- النقدية :

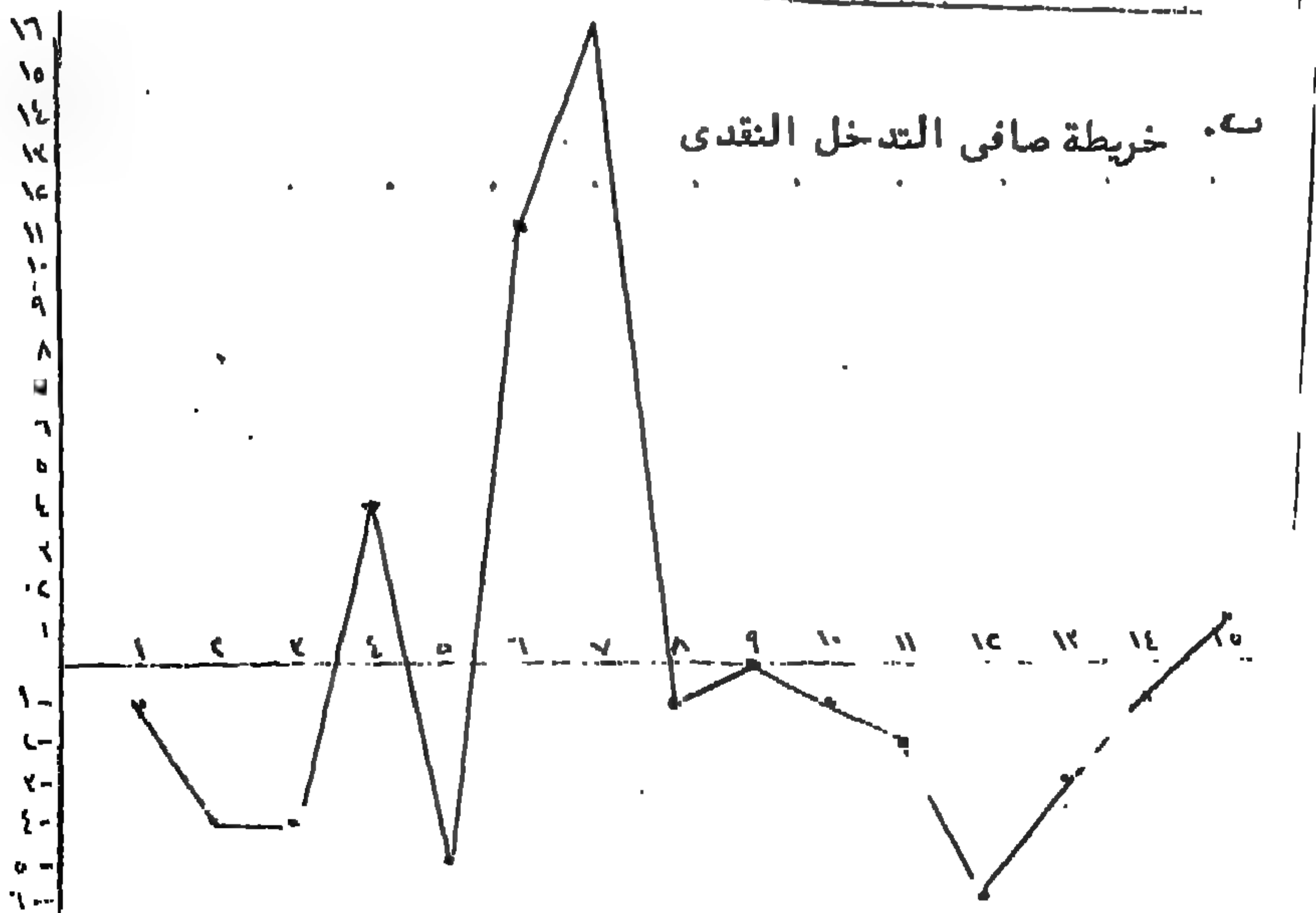
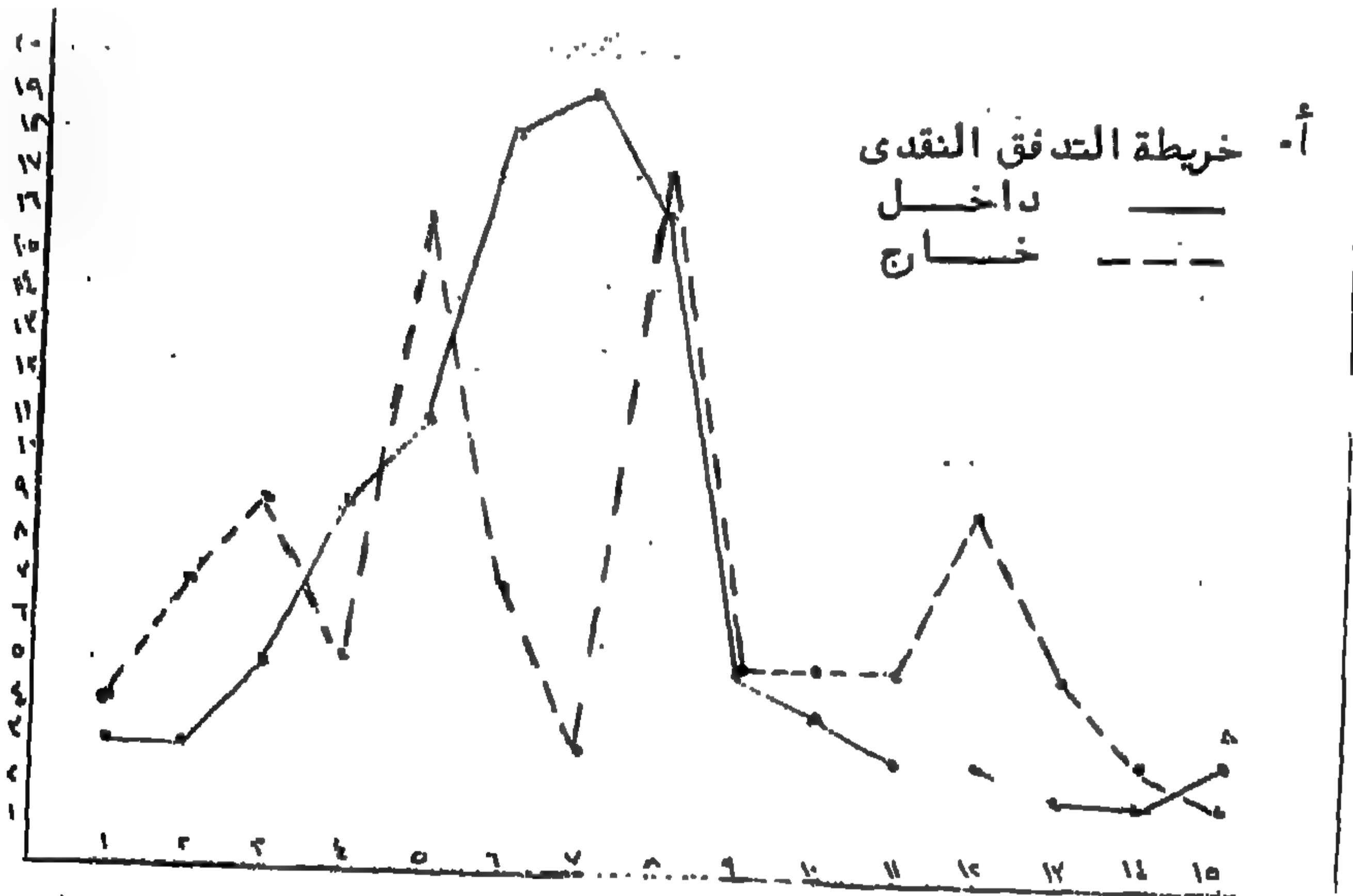
أ — الموازنة التقديرية للنقدية :

تعتبر الموازنة التقديرية للنقدية محور التخطيط قصير الأجل للموارد ، حيث تبدأ دورة العمليات باستثمار النقدية في شراء أو تصنيع السلع ، وتنتهى باسترداد النقدية خلال تحصيل قيمة المبيعات . وتعتبر أهم أدوات إدارة الموارد في الأجل القصير ، كما تساعد في رقابة وتوقيت التدفقات النقدية سواء لأغراض النشاط الجارى أو غيرها (شراء الات ومعدات ، استثمار الفائض النقدي . .) ومن وجهة نظر الدور الذى تؤديه في تخطيط الموارد في الأجل القصير ، فإننا لنعبرها مجرد عنصر فرعى فى نظام الموازنات التقديرية للنشاط الجارى ، وقد يكون استخدامها الرئيسى فى عملية الرقابة السابقة على الأحداث . وإذا كانت رقابة الإيرادات والتكاليف تركز على مقارنة الاداء الفعلى بالمخطط واتخاذ الاجراءات لمنع الانحرافات مستقبلا ، فإن المقارنة هى التى تقدم المعلومات اللازمة للعمل . وتتطوى المراجعة المستمرة للموازنات التقديرية وإعادة التخطيط للفترة الزمنية القصيرة قبل الأحداث على دور رقابى هام . ونذكر القارىء بأننا تناولنا اجراءات هذه الموازنة خلال الفصل الثالث ضمن نظام الموازنات التقديرية .

ب — خريطة التدفقات النقدية :

يمكن اعداد رسم بياني يصور توقيت التدفقات النقدية وتحديد الاختلافات ، فنحن نعلم أن بعض المبادلات ينطوى على تدفقات داخلية ، وغيرها يترتب عليه تدفقات خارجة للنقدية . ويجب أن نحافظ على التوازن لمقابلة الاحتياجات اليومية للمبادلات العادية . ويزيد المقدار اللازم بزيادة حجم النشاط الاقتصادى للمنشأة . وتبرز أهمية هذه الاداة بسبب وجود درجة من عدم التأكد فى التقديرات المستقبلية للتدفقات . ولذلك يجب أن يكون هناك بعض الضمان للأحداث غير المتوقعة او التى لم يتضمنها التخطيط . ويمكن اعداد هذه الخرائط على أساس اسبوعى أو يومى أو غير ذلك ، ويتوقف الأمر على طبيعة النشاط وحجم المنشأة ودرجة الثقة فى المعلومات المستخدمة . ولشرح هذه الفكرة ، دعنا نفترض البيانات التالية عن التدفق النقدي لحدى المشآت خلال ١٥ يوما . وسوف نتبعها باعداد : خريطة التدفق النقدي ، خريطة صافي التدفق النقدي .

يوم	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
التدفق المدى (ألف جنيه)	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الدخل	٣	٢	٢	٢	٢	٤	٥	١٦	١٩	١٨	١١	٩	٥	٢	٢
الخارج	٢	٢	٥	٩	٥	٥	٥	١٧	٢	٧	١٦	٥	٩	٧	٤
الصافي	١	(١)	(٣)	(٦)	(٢)	(١)	٠	(١)	١٦	١١	(٥)	٥	(٤)	(٤)	(١)



٢-١-٢ حسابات العملاء :

يتم إدارة حسابات العملاء بواسطة اعداد سياسات الائتمان والخصم ومعايير ضمان الائتمان وطبيعة جهود التحصيل . وهذه العناصر تتضمن اجراءات تبادل بين الربحية والخطر . فالسياسة التي تؤدي لزيادة المبيعات تؤدي لزيادة الارباح . وعندما يزيد مقدار حسابات العملاء تزيد التكاليف الكلية اللازمة للمحافظة على الموارد المستثمرة في هذه الحسابات ، كما يزيد خطر الخسارة نتيجة الديون ، المعدومة . وفي سبيل تخطيط الموارد ، فمن الضروري أن تتعرف على توقيت وأهمية المتحصلات من المبيعات . . ويتوقف توقيت وأهمية التدفقات النقدية على سياسات الائتمان والتحصيل ، فأى زيادة في فترة الائتمان تعنى تأجيل المتحصلات النقدية ، كما تؤدي زيادة منح الخصم الى الزيادة في مصروفات التحصيل وبالتالي تخفيض في التدفقات الداخلة .

وفي معظم مجالات الاعمال توجد أسس معروفة بالنسبة للخصم وفترة الائتمان وإذا طبقت المنشأة معدلات صغيرة للخصم وفترات تحصيل قصيرة فقد تقل المبيعات وقد توجد ميزة تنافسية عندما تزيد المنشأة فترة الائتمان وترفع معدلات الخصم ، وفي نفس الوقت فان لهذه السياسة اثارا سالبة بالنسبة لتوقيت المتحصلات . ويجب على المنشأة أن توازن بين منافع المبيعات المضافة وتكلفة نقص التدفقات النقدية من المبيعات .

٢-٢-٣ المخزون :

يجب أن تحتفظ المنشأة بكمية من المخزون تكفى لمقابلة متطلبات الانتاج والمبيعات . وعندما تكون معلومات المنشأة مؤكدة فلن تكون هناك حاجة للاحتفاظ بمخزون يزيد عن الحد الأدنى لمقابلة احتياجات المعروفة ، وإذا لم يكن الامر كذلك فان المنشأة تحتفظ بمخزون أمان . أما القرارات الهامة في مجال تخطيط المخزون فهي التي تتناول : الحجم الاقتصادي للطلبية ، مخزون الأمان ، نقطة اعادة الطلب . ويهدف تخطيط المخزون الى التأكد من أن المنشأة تحقق التوازن الأمثل للمخزون ، والذي يصل بالتكاليف الكلية المرتبطة بالمخزون الى الحد الأدنى (١) .

(١) راجع الصفحات من ١٠٢ الى ١١٠ من هذا المرجع - والتي تناولنا فيها تخطيط ورقابة المخزون .

(١)

٣ — قائمة الأموال " قائمة التغيرات فى المركز المالى "

٣ — ١ مقدمة :

تعطى الميزانية العمومية صورة لحظية فى نقطة معينة من الزمن للموارد التى حصلت منها المنشأة على أموالها ، والاستخدامات التى وجهت إليها هذه الأموال . بينما تشرح قائمة التدفق التغيرات التى حدثت فى حسابات الميزانية خلال فترة زمنية بين تاريخين لميزانيتين عموميتين . وتعتبر قائمة الدخل بمثابة قائمة تدفق وهى تشرح التغيرات التى حدثت فى حساب الأرباح المحجوزة بـ تلخيص الزيادة (الإيرادات) ، والنقص (المصروفات) فى رقم الأرباح خلال الفترة المحاسبية .

وتعتبر قائمة الأموال من قوائم التدفق التى تساعد فى التخطيط المالى للمنشأة ، وعادة ما تحمل القائمة اسم " قائمة التغيرات فى المركز المالى " لاسيما فى التقارير المنشورة . وقد تسمى قائمة مصادرو استخدامات الأموال ، وأخيرا قد تسمى قائمة الأموال .

وسوف نستخدم الاصطلاح الأخير مفصلين الاسم المختصر للقائمة " قائمة الأموال " وتتوقف عناصر القائمة على المفهوم الذى يعطى للأموال . فإذا كنا نعنى بها رأس المال العامل فسوف تتضمن القائمة مصادرو استخدامات رأس المال العامل . ومن ناحية أخرى فقد ينصرف مفهوم الأموال الى النقدية ، ولذلك تتضمن القائمة مصادرو استخدامات النقدية . وسنتناول قائمة الأموال فى ظل مفهوم الأموال على أنها رأس المال العامل ، ووفقا لذلك يهدف اعداد قائمة التغيرات فى المركز المالى الى اظهار مصادرو استخدامات رأس المال العامل خلال فترة زمنية معينة . كما أنها تفسر لنا أسباب التغيرات التى طرأت على الأصول المتداولة والالتزامات الجارية ، وقد نحصل على اجابات توضح لنا مثلا : لماذا نقصت الأصول المتداولة ؟ ما هى الاستخدامات التى وجه إليها صافى الدخل خلال السنة ؟ كيف تم تمويل الاضافات فى الأصول الثابتة ؟ هل تتوازن سياسة التوزيعات من السياسات الأخرى ؟

وتظهر القائمة التالية نموذجا لقائمة الأموال وفقا لمفهوم رأس المال العامل :

(١) راجع الفصل ١٦ ، الفصل ١٧ من :

Ray H. Garrison, op.cit.

قائمة الأموال

عن السنة المنتهية في ٣١ ديسمبر ١٩٨٠

مصادر رأس المال العامل:

جنيته

* من العمليات:

صافي الدخل

الاهلاك والنفاذ

عناصر الاعباء الاخرى التي لا تتطلب الاموال

مجموع رأس المال العامل من العمليات

* من مصادر أخرى:

* قروض طويلة الاجل

**

* مبيعات اصول

**

* زيادة في رأس المال

مجموع مصادر رأس المال العامل (١)

استخدامات رأس المال العامل:

* شراء و اضافات للاصول

**

* سداد قروض طويلة الاجل

**

* توزيعات نقدية

**

* تخفيض رأس المال نقدا

مجموع استخدامات رأس المال العامل (٢)

الزيادة أو (النقص) في رأس المال العامل

(١) - (٢)

بيان التغيرات في رأس المال العامل:

جنيته

الزيادة أو (النقص) في الأصول المتداولة:

النقدية

**

استثمارات قصيرة الاجل

**

مدينون

**

المخزون

**

م * مقدمة

النقص أو (الزيادة) في الخصوم المتداولة:

قروض قصيرة الاجل

دائنون

م * مستحقة

ضرائب مستحقة

الزيادة أو (النقص) في رأس المال العامل

٣-٢ • استخدامات قائمة الأموال :

تستخدم قائمة الاموال لهدفين رئيسيين :

١- كأداة لتحليل الاحداث الماضية بالنسبة لنشاط المنشأة •

٢- كأداة للتخطيط للمستقبل •

وبالنسبة لكونها اداة للتحليل التاريخي فانها تلقى اضواء على السياسات الاستثمارية والتمويلية التي اتبعتها المنشأة • ومن الأمور الجوهرية السياسة المتعلقة باقتناء الأصول الثابتة الجديدة • ماهي الأصول التي تم شراءها ؟ وإلى أى مدى ساهمت الأموال المتولدة من النشاط في تمويل هذه الأصول ؟ ثم ماهو حجم التمويل عن طريق الاقتراض أو المصادر الأخرى ؟ • أيضا فانه يتم تحديد نسبة كل من أموال الملكية وأموال الاقتراض التي تضمنتها المصادر الخارجية للأموال •

ومن ناحية أخرى يمكن تحديد الأموال التي احتاجتها المنشأة من الخارج ونسبتها إلى أموال التمويل الداخلي • ولابد أن بعض المنشآت تقصر مصادر تمويلها على الأموال التي تتولد من عملياتها ، بينما تهتم منشآت أخرى بالتوسع والنمو عن طريق التمويل الخارجي والاستفادة من الائتمان • ومن العناصر التي يجب مراعاتها في هذا الصدد الاختيار المتوازن بين الخطر مع الائتمان الأقل تكلفة ، وبين الخطر الأقل والتكلفة الأعلى لأموال الملكية •

وتعتبر قائمة الاموال اداة لتخطيط مقدار وتوقيت وخصائص التمويل الجديد • فيمكن تحديد الاستخدامات المقدرة للأموال في شراء الأصول الثابتة وفي زيادة رأس المال العامل أو في التوزيعات أو في سداد الديون لعدة سنوات في المستقبل ، ثم يتم تقدير الأموال من العمليات ، وإذا كان الفرق موجبا فانه يمثل الأموال التي يجب الحصول عليها من الاقتراض أو من الزيادة في رأس المال • وإذا كان مقدار الأموال الجديدة المطلوبة أكبر مما تستطيع الإدارة توفيره ، وأن خطط شراء الأصول وسياسات التوزيع - يجب دراستها حتى يمكن خلق توازن بين استخدامات الأموال ومصادر التمويل التي تم التنبؤ بها •

وبالنسبة لتخطيط التمويل قصير الاجل ، تكون الميزانية التقديرية للنقدية

ضرورية، فهي تمثل قائمة تدفقات نقدية مستغلة. ولقد وجدنا أنها تتضمن استخدامات التقديرية للنقدية، والمصادر المقدرة ويظهر الفرق المقدار الذى يجب الحصول عليه حتى يمكن تنفيذ البرامج الموضوعة، وإذا ظهر أنه لا يمكن الوفاء بهذا الفرق، فإنه يجب تخفيض الاستخدامات. وبذلك يظهر لنا كيف تتكامل قائمة الأموال مع الموازنة التقديرية للنقدية فى مجال التخطيط المالى.

٣-٣-٣- مصادرو استخدامات رأس المال العامل :

بعد أن عرفنا شكل القائمة وما تحتويه فالتنا نتحرك خطوة أخرى لبنائها، ونظراً لأننا أخذنا بمفهوم الأموال على أنها رأس المال العامل فسوف نتناول مصادره واستخداماته.

٣-٣-٤- مصادر رأس المال العامل :

توجد المصادر الرئيسية التالية :

أرباح العمليات، التمويل طويل الأجل عن طريق زيادة رأس المال أو الاقتراض، مبيعات الأصول، ونتناول كلا منها باختصار فيما يلى :

أرباح العمليات : وهى تعبر عن المصدر الجوهرى والمستمر لرأس المال العامل فى معظم الشركات. وإذا لم تكن المنشأة قادرة على تحقيق مقادير كافية من الأموال على مدار الزمن، فإنها سوف تواجه صعوبات فى المحافظة على رأس مال عامل كاف. ويرد ذلك الى وجود حدود على مقدار الأموال التى يمكن الحصول عليها من مصادر التمويل طويل الأجل. ولذلك فإنه يتم الاعتماد على العمليات الجارية. بصفة عامة - لا مداد الاضافات الى رأس المال العامل من سنة لأخرى. ولهذا السبب أيضا يمكن القول أن العمليات الجارية تقدم أفضل مؤشر عن حالة المشروع.

التمويل طويل الأجل : قد تجد المنشأة أنه من الأفضل أن تدعم مركز رأس المال العامل من فترة لآخرى عن طريق التمويل طويل الأجل، ويوجد مصدران رئيسيان : زيادة رأس المال، الاقتراض طويل الأجل.

مبيعات الأصول : مع أن عمليات بيع الأصول المختلفة تمثل مصدراً لرأس المال العامل، إلا أنها ليست عمليات متكررة، ولا يمكن الاعتماد عليها كمصدر جوهري

مستمر للأموال • فهي تقدم فقط الأموال الناتجة عن التخلص من أصل معين • وقد لا تكون هناك مشكلة ما إذا وجدت مصادر تمويل طويلة الأجل بالإضافة إلى الأموال ————— العمليات •

٣-٢- استخدامات رأس المال العامل :

تتكون الاستخدامات الرئيسية لرأس المال العامل في المشروع من: الخسائر غير العادية (عمليات غير مربحة) ، تخفيض التمويل طويل الأجل ، شراء واقتناء الآلات والمعدات والأصول غير المتداولة الأخرى • إعلان توزيع الأرباح •

العمليات غير المربحة : إذا كانت بعض العمليات غير مربحة ، فإن المشاة سوف تواجه بتدفق الموارد للخارج مؤدية إلى تضروب في رأس المال العامل خلال الفترة • ويجب أن نلاحظ — أنه حتى إذا أظهرت قائمة الدخل صافي خسارة عن العام، فقد تظل الأموال المحققة من العمليات موجبة • ويحدث هذا إذا كان مقدار الإهلاك المخصص في قائمة الدخل أكبر من صافي الخسارة التي تظهرها القائمة، فإذا كان صافي الدخل (١٥٠٠٠) خسارة ، وكان تم تحميل نتائج العمليات بصافي إهلاك ٥٠٠٠٠ جنيه، فإن :

صافي الدخل (خسارة)	(١٥٠٠٠) جنيه
+ الإهلاك	٥٠٠٠٠
الأموال من العمليات	<u>٣٥٠٠٠</u> جنيه

وبالرغم من ظهور (خسارة) فقد ظهرت قيمة موجبة للأموال من العمليات وهذا يعني أنه يجب البحث عن مكونات الأموال من العمليات دون الاكتفاء برقم صافي الدخل •

تخفيض التمويل طويل الأجل : إذا قررت المنشأة سداد جزء من رأس المال أو القروض طويلة الأجل ، فإن رأس المال العامل ينساب خارج المنشأة، وتظهر عملية السداد تحت عنوان استخدامات رأس المال العامل • ويجب أن يخطط مقدما القرارات المتعلقة برؤس المال أو القروض طويلة الأجل ، وذلك لضمان مركز رأس المال العامل • شراء الأصول : ويعتبر هذا العنصر مألوفاً بدرجة أكبر كاستخدام رأس المال العامل • فعادة ما يتم شراء الآلات والمعدات والموانئ وغيرها ، وتعتبر الاستثمارات في هذه العناصر عملية غير مستمرة في معظم المشآت • وهي تعكس استخداماً ضخماً للأموال إذا كانت المشتريات في سنة معينة كبيرة جداً • ويوجد خطر في عملية التوسع بمعدل أسرع •

اعلان التوزيعات : يمثل اعلان توزيع الارباح استخداما كبيرا لرأس المال العامل ويجب أن تكون سياسة التوزيعات جزءا كاملا من الخطة المالية الشاملة ، فقد يترتب على عدم تنسيق سياسة التوزيعات مع سياسات التوسع والاستخدامات الأخرى للأموال السيئ صعبات ، حتى بالنسبة للمنشأة الراحبة . ويلاحظ القارىء أننا ركزنا على اعلان التوزيعات دون دفع قيمتها ، لأن الاعلان عن توزيع الارباح هو الذى يكون له أثره على رأس المال العامل ، فهو الذى يزيد الالتزامات الجارية ، ومن ثم ينقص رأس المال العامل . أما سداد هذه التوزيعات فيما بعد فلن يكون له أثر على رأس المال العامل .

٣-٣-٣ عناصر لا تؤثر على رأس المال العامل :

توجد مجموعتان من المبادلات لا تؤثر على رأس المال العامل ، ولهذا لا تظهر فى قائمة الأموال وتتكون المجموعة الأولى من المبادلات التى تؤثر فقط اما على الأصول المتداولة ، أو الالتزامات الجارية . وعلى سبيل المثال التحصيل من المدينين ليس له أثر على المقدار الكلى لرأس المال العامل فى المنشأة . وذلك لأن المقدار الذى تضمنته العملية هو مجرد تحويل من حساب أصل متداول (المدينين) الى حساب أصل متداول آخر (النقدية) دون المساس بالمقدار الكلى لرأس المال العامل . وبالمثل ، فان سداد الالتزامات الجارية مثل التوزيعات تحت السداد ليس لها أثر على رأس المال العامل لأن كلا من الأصول المتداولة والالتزامات الجارية سوف يخفضان بمقدار متساو . وباختصار اذا كانت المبادلات تؤثر فقط على الأصول المتداولة والالتزامات الجارية أو أيهما فقط فان المقدار الكلى لرأس المال العامل المتاح لن يتغير ، ومن ثم لا تظهر مثل هذه المبادلات فى قائمة الأموال .

وتتكون المجموعة الثانية من المبادلات التى تتضمن الحسابات غير المتداولة فقط وعلى سبيل المثال ، فان توزيع أسهم عادية مجانية ليس له أثر على رأس المال العامل حيث يتم تحويل المبالغ من حساب الأرباح المحجوزة الى حساب رأس المال ، وكلاهما من الحسابات غير المتداولة . ولا يتأثر رأس المال العامل لأن الأصول المتداولة لا تزيد ولا تنقص فى المنشأة كنتيجة لهذا التوزيع . ومثال آخر هو اصدار أسهم رأس مال /فى

مقابل أصول ثابتة جديدة، فلا تتأثر الأصول المتداولة أو الالتزامات الجارية بهذه العملية، ومن ثم لا يكون لها أثر على رأس المال العامل. وقد يفضل البعض اظهار هذه العملية كحدثين مستقلين، بمعنى افتراض أنه تم اصدار رأس مال أولاً، وتبع ذلك شراء الأصول الثابتة. وبمعاملة العملية الوحيدة باعتبارها مبادلتين منفصلتين يكون من الممكن أن نعرض العناصر المرتبطة بها ضمن قائمة الأموال.

٤ - مثال لشرح خطوات اعداد قائمة الأموال :

المثال : فيما يلي بعض القوائم الخاصة بشركة المستقبل :

١ - الميزانية العمومية		٣١ ديسمبر
١٩٨٠	١٩٧٩	
٨٠٠٠	٨٦٠٠	نقد يـــــــة
١٢٦٠٠	٦٦٠٠	مد يـــــــون
٣٣٠٠٠	٢٠٠٠٠	بضائعــــة
١٤٠٠	٨٠٠	مصرفات مقدــــمة
١٥٠٠٠	١٢٠٠٠	استثمارات فى شركات تابعة
١٤٠٠٠	٨٠٠٠	أراضىــــى
٢٠٠٠٠	١٦٠٠٠	مبانىــــى
٣٦٠٠٠	٢٤٠٠٠	آلات ومعدات
<u>١٤٠٠٠٠</u>	<u>٩٦٠٠٠</u>	
٤٠٠	٢٠٠	مخصص ديون معدومة
١١٠٠٠	٧٠٠٠	مجمع الاهلاك
٢٦٠٠	٢٠٠٠	دائــــنــــون
١٤٠٠	٢٠٠٠	مستحقة
١٦٠٠	١٢٠٠	ضرائب مستحقة
٤٠٠٠	١٦٠٠	أوراق دفعــــة
<u>٣١٠٠٠</u>	<u>٢٢٠٠٠</u>	الارباح المحجوزة
<u>١٤٠٠٠٠</u>	<u>٩٦٠٠٠</u>	

عن السنة المنتهية فى ٣١ / ١٢ / ١٩٨٠

جـ	جـ
٦٠٠٠٠	٦٠٠٠٠
١٠٠	٦٠٠٠٠
٢٠٠٠٠	٢٨٠٠٠
٨١٠٠	٣٢٠٠٠
<u>٣٢٠٠٠</u>	<u>٣٢٠٠٠</u>

٢ - قائمة الدخل

المبيعات	
+ ربح بيع آلة (١)	
يطرح : مصروفات مختلفة (٢)	
ضرائب وعوائد	
صافى الربح	

- (١) تكلفة الآلة المباعة ١٦٠٠ جنيه، والقيمة الدفترية فى تاريخ البيع ٢٠٠ جنيه
(٢) تتضمن الاهلاك عن العام وقدره ٥٢٠٠ جنيه .

٣- تسوية حساب الارباح المحجوزة :

رصيد الحساب فى ١ / ١ / ١٩٨٠	٢٢٠٠٠
ايرادات م .	٣٠٠٠
المحول من قائمة الدخل	٣٢٠٠٠
توزيعات نقدية على المساهمين	٤٠٠٠
اسهم مجانية	٢٠٠٠
خسائر غير عادية لنقص العمليات	٢٠٠٠
رصيد حساب الارباح المحجوزة فى ٣١ / ١٢ / ١٩٨٠	٣١٠٠٠

والمطلوب : اعداد قائمة الاموال فى ظل مفهوم رأس المال العامل .

الحل : يتم اعداد القائمة المطلوبة على ثلاثة خطوات :

- ١- تحديد التغيرات التى حدثت فى رأس المال العامل خلال السنة .
- ٢- اعداد ورقة عمل لتحليل التغيرات التى حدثت فى عناصر الميزانية غير المتداولة لتحديد التغيرات الناتجة وآثار كل منها ، والتى سوف تنعكس فى صورة موارد أو استخدام لرأس المال العامل .
- ٣- تعد القائمة التى تشتمل على مصادر واستخدامات رأس المال العامل فى الخطوة (٢)، والفرق يجب أن يكون معادلا للتغير فى رأس المال العامل الذى أظهرته الخطوة (١) .

أولا : قائمة التغيرات فى رأس المال العامل عن السنة المنتهية فى ٣١ / ١٢ / ١٩٨٠

رأس المال العامل	زيادة	١٩٧٩	١٩٨٠	نقدية
نقص		٨٦٠٠	٨٠٠٠	مدينون (بعد استبعاد مخصص
٥٨٠٠	٦٤٠٠	١٢٢٠٠		ديون معدومة)
١٣٠٠٠	٢٠٠٠٠	٣٣٠٠٠		بضاعة
٦٠٠	٨٠٠	١٤٠٠		م . مقدمة
		٣٥٨٠٠	٦٤٦٠٠	مجموع الاصول المتداولة

رأس المال العامل		١٩٧٩	١٩٨٠	مجموع الاصول المتداولة
زيادة	نقص			
١٩٤٠٠	٦٠٠	٣٥٨٠٠	٦٤٦٠٠	
		٢٠٠٠	٢٦٠٠	دائنون
	٦٠٠	٢٠٠٠	١٤٠٠	م. مستحقة
	٤٠٠	١٢٠٠	١٦٠٠	ضرائب مستحقة
	٢٤٠٠	١٦٠٠	٤٠٠٠	أوراق دفع
٤٠٠٠	٢٠٠٠	٦٨٠٠	٩٦٠٠	مجموع الالتزامات الجارية
		٢٩٠٠٠	٥٥٠٠٠	رأس المال العامل
		١٦٠٠٠		الزيادة في رأس المال العامل
		٥٥٠٠٠	٥٥٠٠٠	

ثانياً : اعداد ورقة العمل لتحليل التغيرات في حسابات الميزانية للعناصر غير المتداولة :
توجد عدة نماذج من ورقة العمل ، بعضها يقوم على أساس قيود اليومية أو اعداد
يداول لتحليل التغيرات ، أو الاعتماد على حسابات في شكل حرف T . وكان اختيارنا
لنموذج ورقة العمل على أساس مجموعة من الحسابات في شكل حرف T احدها يخص
لرأس المال العامل ، ثم يخص حساب لكل من العناصر التي تتناولها التغيرات .
ويوضح حساب رأس المال العامل المصادرفي الجانب الايمن والاستخدامات في الجانب
الأيسر . وتخضع الحسابات الأخرى للقواعد المتعلقة بأرصدة الاصول والخصوم . وسوف
نعطى رقماً مسلسلاً لكل عملية مع شرح موجز لها خارج الحسابات . ويمكن أن نوضح
عنوان العملية في حساب رأس المال العامل فقط .

وعلى سبيل المثال ، نجد أن حساب الاستثمارات في الشركات التابعة له علاقة
برأس المال العامل لاستخدام رأس المال العامل في تمويل زيادة الاستثمارات . وبذلك
تظهر هذه العملية في الحسابين كما يلي :

رأس المال العامل		استثمارات في شركات تابعة	
مصادر	استخدامات	رصيد ١/١	رصيد ١٢/٣١
	٣٠٠٠ (١)	١٢٠٠٠	١٥٠٠٠
		٣٠٠٠ (١)	

وبنفس الطريقة يعالج حساب الاراضي (٢) ، وحساب المباني (٣) .

وقد تتطلب بعض التسويات معالجة أكثر من تغيير في الحساب الواحد ، ولا يشترط بالضرورة أن يكون لكل تغيير في الحسابات غير المتداولة أثر على رأس المال العامل . وعلى سبيل المثال ، تعالج عمليات الآلات والمعدات (٤) ، (٥) ، (٦) .

آلات ومعدات		رأس المال العامل	
		استخدامات	مصادر
٢٤٠٠٠ رصيد ١ / ١	(٤) ١٦٠٠	١٣٦٠٠ (٥)	٤٠٠ (٤)
١٣٦٠٠ (٥)	٣٦٠٠٠		٥٣٠٠ (٦)
مجمع الاهلاك			
١١٠٠٠ رصيد ١ / ١			
١٣٠٠ (٤)	٥٣٠٠ (٦)		
١١٠٠٠ رصيد ١٢ / ٣١			

تعتبر العملية رقم (٤) عن بيع آلات ، وقد تم استبعاد تكلفتها من حساب الآلات والمعدات ، كما تم استبعاد ما يخصها من اهلاكات من حساب مجمع الاهلاك . وهاتين العمليتين لا تؤثران على رأس المال العامل . أما من البيع وقدره ٤٠٠ جنيه فقد ظهر ضمن مصادر الأموال .

(القيمة الدفترية ٣٠٠ ، الربح الناتج ١٠٠ ، ثمن البيع ٤٠٠)
 (التكلفة ١٦٠٠ ، القيمة الدفترية ٣٠٠ ، الاهلاك المجمع للآلة ١٣٠٠)

وكان من الضروري تسوية عملية بيع الآلة بحساب الآلات حتى يمكن تحديد الآلات المشتراة جديدة (٥) ، والتي تمثل استخداما لرأس المال العامل . ونفس الضرورة بالنسبة لحساب مجمع الاهلاك حتى يمكن تحديد اهلاك العام (٦) ، والذي يمثل احسد بنود الأموال من العمليات .

وفيما يلي صورة متكاملة لورقة العمل ، وسوف نتبعها بشرح العمليات الباقية
 رأس المال العامل

المصادر	الاستخدامات
٤٠٠ (٤) بيع الآلة	٣٠٠٠ (١)
٥٣٠٠ (٦) اهلاك العام الحالي	٦٠٠٠ (٢)
٨٠٠٠ (٧) اصدار أسهم ممتازة	٤٠٠٠ (٣)
٣٠٠٠ (٩) إيرادات أ.م.	١٣٦٠٠ (٥) شراء آلات وعدد
٣١٩٠٠ (١٠) صافي ربح العمليات	٢٠٠٠ (١١)
	٤٠٠٠ (١٢)

أراضى		استثمارات فى شركات تابعة	
١٢ / ٣١ رصيد ١٤٠٠٠	١ / ١ رصيد ٨٠٠٠ (٢) ٦٠٠٠	١٢ / ٣١ رصيد ١٥٠٠٠	١ / ١ رصيد ١٢٠٠٠ (١) ٣٠٠٠
مبيع الآلة		مبانى	
(٤) ١٣٠٠ (٤) ٤٠٠	(٤) ١٦٠٠ (٤) ١٠٠	١٢ / ٣١ رصيد ٢٠٠٠٠	١ / ١ رصيد ١٦٠٠٠ (٣) ٤٠٠٠
مجمع اهسلاك		آلات و معد	
١ / ١ رصيد ٧٠٠٠ (٦) ٥٣٠٠	(٤) ١٣٠٠ ١٢ / ٣١ رصيد ١١٠٠٠	(٤) ١٦٠٠	١ / ١ رصيد ٢٤٠٠٠ (٥) ١٣٦٠٠
أسهم عادية		أسهم ممتازة	
١ / ١ رصيد ٦٠٠٠٠ (٨) ٢٠٠٠٠	١٢ / ٣١ رصيد ٨٠٠٠٠	١ / ١ رصيد — (٧) ٨٠٠٠	١٢ / ٣١ رصيد ٨٠٠٠
الأرباح المحجوزة			
		١ / ١ رصيد ٢٢٠٠٠ (٩) ٣٠٠٠ (١٠) ٣٦٠٠ (٤) ١٠٠	(٨) ٢٠٠٠٠ (١١) ٢٠٠٠ (١٢) ٤٠٠٠ ١٢ / ٣١ رصيد ٣١٠٠٠
ويلاحظ ما يلى :			

أ - أن حساب رأس المال العامل لم يتأثر بالأسهم المجانية لان المبادلة الخاصة بها مجرد تحويل من حساب الأرباح المحجوزة (٨) وذلك عكس التوزيعات النقدية (١٢) .

ب - بلغ صافى الربح (حسب قائمة الدخل) ٣٢٠٠٠٠ جنيه غير أن يتضمن ١٠٠ جنيه ربح رأسمالى ، لذلك تم استبعاده لأننا سبق أن اعتبرنا القيمة السبعية للآلة بالكامل ضمن مصاد رأس المال العامل . ويمكن تحديد الاموال من العمليات كما يلى :

جـ	
+++	صافى الربح
+++	+ الاهلاك والنفاذ
	(وأية أعباء أخرى لا تنطوى على تدفق للاموال)
+++	+ الخسائر الرأسمالية
(+++)	- الأرباح الرأسمالية
+++	
==	الاموال من العمليات

جـ - نظرا لأن إيرادات الأوراق المالية رحلت الى حساب الارباح المحجوزة، لذلك لم يتضمن صافى الربح قيمتها • ولكنها أثرت على رأس المال العامل (٩) •

د - بالنسبة للخسائر الناتجة عن عمليات غير مربحة والتي تنطوى على استخدام للاموال لتغطيتها ، فقد تم معالجتها باعتبارها استخدام لرأس المال العامل ، وكاشت الشركة قد حملتها لحساب الارباح المحجوزة •

و - نذكر القارئ مرة أخرى بأن ادراج مقدار الاهلاك ضمن مصاد رأس المال العامل هو لمجرد اظهار التسويات الخاصة بعناصر الاموال المتولدة من العمليات •

ثالثا — اعداد قائمة الأموال :

شركة المستقبل
قائمة الاموال عن السنة المنتهية فى ١٩٨٠ / ١٢ / ٣١

	ج	ج	
			* مصادر رأس المال العامل :
			من العمليات :
		٣١٩٠٠	صافى الربح
٣٧٢٠٠		٥٣٠٠٠	الاهلاك
٤٠٠			من بيع الأصول
٣٠٠٠			من إيرادات الاوراق المالية
٨٠٠٠			من اصدار الاسهم الممتازة
٤٨٦٠٠			
			* استخدامات رأس المال العامل :
٣٠٠٠			استثمارات فى الشركات التابعة
٦٠٠٠			شراء الاراضى
٤٠٠٠			شراء المباني
١٣٦٠٠			شراء آلات ومعدات
٤٠٠٠			توزيع ارباح
٢٠٠٠			خسائر غير عادية
٣٢٦٠٠			
١٦٠٠٠			* الزيادة فى رأس المال العامل
			تحليل التغيرات فى رأس المال العامل :
			الزيادة أو (النقص) فى الاصول المتداولة :
(٦٠٠)			نقدية
٥٨٠٠			مدىنون
١٣٠٠٠			بضاعة
٦٠٠			م • نقدية
١٨٨٠٠			
			النقص أو (الزيادة) فى الخصوم المتداولة :
(٦٠٠)			دائنون
٦٠٠			م • مستحقة
(٤٠٠)			ضرائب مستحقة
(٢٤٠٠)			اوراق دفع
١٦٠٠٠			* الزيادة فى رأس المال العامل :

وهكذا ، يتضح لنا أن قائمة الاموال تتضمن النتائج التى توصلنا اليها فى الخطوتين الاولى والثانية .

(١)

٥ - قرارات الاستثمار فى رأس المال العامل :

٥ - ١ - مقدمة :

يمكن أن ننظر الى التغيرات فى رأس المال العامل باعتبارها مشروعات استثمارية، فهي تنطوى على استخدام الموارد . ويجب أن تقتن بأهداف مرغوبة . على أنه يفضل أن تدرس علاقة قرارات رأس المال العامل بالقرارات المالية الأخرى فى المنشأة . وقد يكون اهتمامنا منصبا على متابعة التقدم المالى للمنشأة عبر الزمن، وفى هذا الصدد تهتمسم بالمعدلات المالية والتحليلات المقارنة . وهدفنا فى هذا الجزء هو توجّه الاهتمام لتحقيق هدفى السيولة والربحية ، وأن نقيم مدى منفعة الأعمال التصحيحية التى تتخذ فى سبيل المواءمة بين هذين الهدفين . وترجع أهمية ذلك الى تعدد البدائل التى يمكن استخدامها لتحقيق نفس الهدف . وعلى سبيل المثال ، اذا كان مركز السيولة يتردى ، فقد تقرر الادارة اصدار سندات لتخفيض الالتزامات قصيرة الأجل ، أو تخفيض مستوى المخزون أو زيادة فترة الائتمان الذى تحصل عليها ، أو غيرها . وسوف نستعرض فى النقطة التالية بعض القرارات التى يمكن أن تؤدى لتعديلات فى رأس المال العامل والتى تهدف لتصحيح وضع معين .

٥ - ٢ - بعض نماذج القرارات لتصحيح أوضاع رأس المال العامل :

نتناول فيما يلى مجموعة من التغيرات الممكنة فى عناصر رأس المال والتى تهدف لتصحيح أوضاع معينة :

أ - النقدية: يمكن تغيير هيكل المتحصلات والمدفوعات نتيجة تعديل الفترات التى يجب التحصيل أو السداد خلالها ، فيمكن مثلا اجراء تحصيل يومية بدلا من الاسبوعى ، أو تعديل نظام سداد الأجور ليكون كل اسبوعين بدلا من كل اسبوع أو العكس . كما يمكن دراسة حجم الرصيد النقدى اللازم للعمليات ومكانية تغييره بالزيادة أو النقص .

(١) اعتمادا على دراسة أعدها كيث . ف . سميث :

Keith V. Smith, Readings on The Management of Working Capital, (San Francisco, West Publishing Co., 1980).

ب - الاستثمارات قصيرة الأجل : عندما يوجد فائض نقدي فقد تغير أوجه استثمار هذا الفائض من مجال لآخر ، كما يمكن تعديل الفترات اللازمة لتحويل الاموال بين حسابات النقدية من ناحية ، وبين الاستثمارات قصيرة الأجل من ناحية أخرى .

ج - المدينون : يمكن للمنشأة أن تغير حدود منح الائتمان من حيث القيمة والزمن والشروط المرتبطة بالخصم ، كما يمكن اتباع عدة اجراءات بديلة لمتابعة السداد ،

د - المخزون : يؤدي تغيير طريقة تقييم المخزون الى تغيير رقم رأس المال العامل ، كما سبق لنا دراسة الحجم الاقتصادي لطليقة المخزون ومخزون الامان ، ولا شك أنه يمكن دراسة البدائل المختلفة لها : تخفيض حجم مخزون الامان ، تغيير كمية الطلبية نتيجة التأثير في متغيراتها . ويمكن من ناحية أخرى التأثير على المخزون عن طريق تغيير هيكل التوزيع بتغيير عدد المنافذ ، أو سلسلة التوزيع

هـ - الموردون والمستحقات الأخرى : قد يتاح للمنشأة الحصول على شروط مختلفة من الموردين أو تغييرهم اذا لزم الأمر ، كما يكون لها أن تتخذ مواقف مختلفة فسي الاستجابة لغرض الخصم المكتسب الذي تحصل عليه . ويمكن أيضا تغيير اجراءات سداد المستحقات الأخرى .

و - الاقتراض قصير الأجل : يمكن تغيير مصادرا الاقتراض قصير الأجل ، أو تعديل طرق السداد ، أو البحث عن ترتيبات واجراءات الضمان المختلفة .

ولم يكن مقصدا في استعراض هذه النماذج أن نجرى حصر شاملا للقرارات المحتملة في مجال تغييرات رأس المال العامل . ومن ناحية أخرى ، قد يكون بعض هذه التغييرات نتيجة قرارات داخلية والاخرى نتيجة تصرفات جهات خارجية (مثل العملاء أو الموردین) . وقد لا تكون كل هذه التغييرات ممكنة أو مرغوبة نظرا لاختلاف الظروف وتغيرها . كما يفترض أنه بالنسبة للمنشأة المعنية وفي الزمن المحدد توجه بعض التغييرات المرفوعة أو الاعمال التصحيحية . ويجب التعرف على المنافع والتكاليف المتوقعة لكل عمل تصحيحي معين ، وتتحدد على أساس فاعليتها في تحقيق أهداف المنشأة . وعلى سبيل المثال ، فان تغييرا في الخصم النقدي الممنوح للعملاء يعتبر معادلا لتغيير السعر . واذا كنا نبحث أثر زيادة الخصم المسموح به فان أثر ذلك على تخفيض

استثمارات المنشأة في حساب المقبوضات سيتوقف على مدى شعور العملاء بميزة السداد المبكر لالتزاماتهم . ولذلك فان المنفعة المتوقعة لاقتراح زيادة معدل الخصم المسموح به يتوقف على : نسبة الخصم الذي تقدمه المنشأة ، نسبة العملاء الذين سوف يستفيدون منه ، والنقص الناتج في الاستثمار في حسابات المدينين . وتتمثل التكلفة المتوقعة لهذا الاقتراح في النقص في الارباح كنتيجة للخصم الممنوح للعملاء الذين يستفيدون منه نتيجة المعدل الأكبر :

وبالاعتماد على الخبرة الماضية عن استجابة العملاء للتغيرات في شروط الائتمان فانه يمكن اعداد تقديرات مقبولة للمنافع والتكاليف المتوقعة - من وجهة نظر المنشأة - نتيجة تقديم خصم نقدي أكبر للعملاء . وبعد ذلك يمكن توليف المنافع والتكاليف المتوقعة للبديل المعين لكي يتم حساب العائد على الاستثمار لهذا الاقتراح . واذا تم اجراء مماثل لكل من القرارات الممكنة فانه يمكن النظر لكل منها باعتبارها مشروع استثماري في المنشأة ، وهذا يعنى امكانية تقييمه وفقا لاجراءات الموازنة التقديرية الرأسمالية .

٣-٥ - مثال شامل :

اعتمادا على بيانات قائمة الاقتراحات وفكرة تقييم كل اقتراح ، افترض أن منشأة معينة اختارت الاربعة اقتراحات التالية :

- الاول : تغيير هيكل المتحصلات .
- الثاني : تغيير طريقة استثمار فائض النقدية .
- الثالث : تغيير حدود منح الائتمان .
- الرابع : تغيير كمية طلبية المخزون .

وفيما يلي وصف مختصر وتقدير كمى للمنافع والتكاليف وحسابات العائد على الاستثمار لهذه الاقتراحات الاربعة التى يمثل كل منها مشروعا لاستثمار رأس المال العامل . علما بأن رأس المال المستثمر في المنشأة ٠٠٠ر. ٠٠٠ر جنيه .

الوصف:	الاول :	الثاني	الثالث	الرابع
تغيير هيكل المتحصلات	تغيير طريقة استثمار الفائض النقدي	تغيير مدى القطع المطبق في منح الائتمان	تغيير كمية طلبية المخزون	
تطبيق نظام معين للحصول في مناطق جغرافية	تعيين مدبر لادارة الاستثمارات قصيرة الأجل	زيادة الائتمان بتخفيض شروط الدفع	زيادة كمية الطلبية للحصول على خصم كمية أعلى	
المنافع المقدرة: تخفيض متوسط وقت التحصيل بمقدار اسبوع، استثمار أقل بمقدار ٥٠٠٠ جنيه	زيادة متوسط إيرادات الفائض النقدي (١٥%) = (٢٤٠٠ ر ٠٠٠) ٣٦٠٠ جنيه سنويا	زيادة في الربح نتيجة المبيعات المضافة بدون الزيادة في الديون بالحصول على اجزاء المعدومة ٥٤٠٠٠ قدرها ١٣٠٠٠ جنيه سنويا	زيادة في الارباح (نقص في التكاليف الكلية) المرتبطة الزيادة في الحصول على اجزاء المعدومة ٥٤٠٠٠ قدرها ١٣٠٠٠ جنيه سنويا	
التكلفة المقدرة: قيمة خدمات بنوك تساعد في نظام التحصيل ٧٠٠٠ جنيه سنويا	تكلفة توظيف المدير الجديد ٣٠٠٠ سنويا	الاستثمار المضاف في حساب المقبوضات والمخزون ٣٠٠٠٠	زيادة متوسط المخزون	
العائد على الاستثمار:	(٧٠٠٠) *	٣٦٠٠ - ٣٠٠٠ ر ٠٠٠	٥٤٠٠٠	١٣٠٠٠
	(٥٠٠٠ ر ٠٠٠)	٣٠٠٠ ر ٠٠٠	٣٠٠٠٠	١٠٠٠ ر ٠٠٠
	% ١٤	% ٢٠	% ١٨	% ١٣

المشروع	قيمة العائد منفعة أو (تكلفة)	الاستثمار	العائد على الاستثمار	معدل
الاول	(٧٠٠٠ ر ٠٠٠)	(٥٠٠٠ ر ٠٠٠)		% ١٤
الثاني	٦٠٠٠	٣٠٠٠٠		% ٢٠
الثالث	٥٤٠٠٠	٣٠٠٠٠٠		% ١٨
الرابع	١٣٠٠٠	١٠٠٠٠٠		% ١٣

* حينما يكون كل من البسط والمقام سالبا فان المعدل اقل يعتبر افضل من المعدل الاعلى

وقبل أن ندرس القرار الذى يجب أخذه فانه من الأفضل أن تحدد بدقة خصائص التغييرات التى تظهرها القائمة السابقة ، وقد تبدو هذه التغييرات واضحة نسبيا فى بعض الحالات مثل البديل الثالث والبديل الرابع . ويتضح ذلك من ادراكنا أن الاضافة الى الاستثمار فى الاصول المتداولة تؤدي لزيادة فى الارباح السنوية ، وهذا يعنى تدفقات نقدية الى المنشأة . بالاضافة الى ذلك فالبديل الثالث يعبر عن رابطة هامة مؤداها أن التكلفة المقدرة تتضمن استثمارا اضافيا فى كل من حسابات المخزون والعملات . وينطوي الاقتراح الأول على تخفيض أصل متداول وهو النقدية ، وتتمكن المنشأة من ذلك نظير تحملها مصروفات تؤدي لنقص فى أرباحها . وبالنسبة للاستثمارات المخفضة من هذا النوع فان العائد على الاستثمار يجب أن يكون أقل من تكلفة رأس المال لى يكون جذابا بالنسبة للمنشأة . وبالنسبة للبديل الثانى فان مصروفا سنويا كراتب سوف يؤدي الى زيادة متوقعة فى الإيرادات الاضافية للمنشأة . وحيث أنه يتعين على المنشأة أن تلتزم مقدما بالوظيفة الجديدة فانها يجب أن تغير الراتب السنوى وقدره ٣٠٠٠٠ جنيه بمثابة استثمار سنوى كما هو الحال بالنسبة للثلاثة اقتراحات السابقة .

والآن افترض أن تكلفة رأس المال فى المنشأة تعادل ١٥ % ، افترض أن الاقتراحات الاربعة السابقة تمثل مشروعات مستقلة لاستثمارات رأس المال العامل ، فأى من هذه الاقتراحات تقبلها المنشأة ؟

والاجابة على ذلك أنه اذا لم توجد أية قيود تفرضها المنشأة ، فان المنشأة سوف تقبل الأول والثانى والثالث .

ولما كان من المفترض أن استثمارات المنشأة بدون أن تأخذ فى الاعتبار أيا من مشروعات رأس المال العامل تبلغ ١٠٠٠٠٠٠ جنيه ، وان تكلفة رأس المال بمعدل ١٥ % (وهو الحد الأدنى للعائد المتوقع على استثمارات المنشأة) فان مقدار العائد المتوقع = $1000000 \times 15\% = 150000$ جنيه .

* أثر اختيار بعض التوليفات من مشروعات رأس المال العامل على المنشأة :

، لى ندرس أثر اختيار مشروع معين فاننا نجرى ما يلى :

* أشر اختيار المشروعات الأول والثاني والثالث معا :

	جـ	بـ	المنشأة بدون أى مشروع
%١٥	١٠٠٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠	
%١٤	(٥٠٠٠٠)	(٧٠٠٠)	+ المشروع الاول
%٢٠	٣٠٠٠٠	٦٠٠٠	+ المشروع الثانى
%١٨	٣٠٠٠٠٠	٥٤٠٠٠	+ المشروع لثالث
%١٥٨٦	١٢٨٠٠٠٠	٢٠٣٠٠٠	

ويتضح أن المشروع الأول يؤدي لزيادة معدل العائد على استثمارات الشركة من ١٥% الى ١٥.٥% ولذلك تقبله

ومن ناحية أخرى نجد أن المشروعين الأول والثاني يرفعان معدل العائد الى ١٥.٢% ولذلك نفضل تنفيذ المشروعين معا بدلا من الأول فقط .

ولكننا نجد أن تنفيذ المشروعات الثلاثة الأول والثاني والثالث يؤدي لزيادة العائد الى ١٥.٨٦% وهذا أفضل من تنفيذ المشروعين الأول والثاني فقط .
غير أن هناك حدودا قد يفرض، فإذا كان معدل النمو المقبول ١٥% فمعنى ذلك أن حجم استثمارات الشركة سوف يكون في حدود

$$١١٥\% \times ١٠٠٠٠٠٠ (الاستثمار الحالى) = ١١٥٠٠٠٠٠ جنيه$$

ولما كان الاستثمار في المشروعات الثلاثة يتطلب زيادة الاموال المستثمرة الى ١٢٨٠٠٠٠ جنيه، فإنه لا يمكن قبول البديل الخاص بتنفيذ المشروعات الثلاثة . ويكون الاختيار الأمثل هو الذى يحقق أعلى معدل عائد يسمح به القيد المفروض على حجم استثمارات الشركة .

ولما كان لدينا أربعة مشروعات نختار منها فان عدد البدائل الممكنة يكون ١٦ ، ومن ناحية أخرى افترضنا أن هناك عدة معدلات محتملة لنمو الشركة ، وبالتالي وجدت قيود على حجم استثمار تمثلها معدلات النمو: ٥% ، ١٥% ، ٢٥% ، ٣٥% . عندما يكون معدل النمو ٥% فالقيد على حجم الاستثمار يتحدد ب :

$$1050000 = 1000000 \times \frac{105}{100}$$

وعندما يكون ١٥ %

$$1150000 = 1000000 \times \frac{115}{100}$$

وهكذا .

ويظهر الجدول التالي البدائل المختلفة للقبول من المشروعات الممكنة وفي ظل عدة قيود على حجم الاستثمار .

الاختيار الأمثل لمشروعات رأس المال العامل على ظل القيود المختارة على رأس المال

المشروعات	العائد*	الاستثمار*	العائد على الاستثمار %	القيود على حجم الاستثمار*	غير محدد
لا ينفذ أى مشروع	١٥٠	١٠٠٠	١٥	١٠٥٠	١٣٥٠
١	١٤٣	٩٥٠	١٥ر٨٥		
٢	١٥٦	١٠٣٠	١٥ر١٥		
٣	٢٠٤	١٣٠٠	١٥ر٦٩	x	x
٤	١٦٣	١١٠٠	١٤ر٨٢	+	.
٢، ١	١٤٩	٩٨٠	١٥ر٢	أمثل	أمثل
٣، ١	١٩٧	١٢٥٠	١٥ر٧٦	x	x
٤، ١	١٥٦	١٠٥٠	١٤ر٨٦	x	x
٣، ٢	٢١٠	١٣٣٠	١٥ر٧٩	x	
٤، ٢	١٦٩	١١٣٠	١٤ر٩٦		
٤، ٣	٢١٧	١٤٠٠	١٥ر٥	x	x
٣، ٢، ١	٢٠٣	١٢٨٠	١٥ر٨٦	x	x
٤، ٢، ١	١٦٢	١٠٨٠	١٥	x	
٤، ٣، ١	٢١٠	١٣٥٠	١٥ر٥٦	x	x
٤، ٣، ٢	٢٢٣	١٤٣٠	١٥ر٥٩	x	x
٤، ٣، ٢، ١	٢١٦	١٣٨٠	١٥ر٦٥	x	x

ويوضح الجدول السابق أن المشروع الثالث يحقق عائداً أعلى من أى من المشروعات الأخرى ، ومع ذلك فهو غير مقبول فى ظل القيود الاستثمارية الثلاثة الأولى .

* القيمة بالآلف جنيه .

وبالنسبة لمجموعة البدائل التالية التى يتضمن كل منها مشروعين نجد أن اختيار المشروعين الأول والثانى معا يكون هو البديل الأمثل اذا كان القيد الاستثمارى :
١٠٥٠.٠٠٠ ر.جنيه ، ١٥٠.٠٠٠ ر.جنيه • ولكن عندما يسمح حجم الاستثمار بتنفيذ المشروعين الأول والثالث فانه يكون الأمثل لأن المعدل يزيد من ١٥٢٪ نتيجة تنفيذ المشروعين الأول والثانى الى ١٥٧٦٪ نتيجة تنفيذ المشروعين الأول والثالث •

وبالنسبة لمجموعة البدائل التى يتضمن كل منها تنفيذ ثلاثة مشروعات نجد أنه فى ظل القيود الاستثمارية حتى ١٢٥٠.٠٠٠ ر.جنيه لا يعتبر أى منها أمثل ولكن اذا أصبح الاستثمار الممكن ١٣٥٠.٠٠٠ ر.جنيه فان تنفيذ المشروعات الأول والثانى والثالث يكون هو البديل الأمثل فلقد ارتفع معدل العائد الى ١٥٨٦٪ وهو أعلى معدل يحققه أى بديل من هذه المجموعة •

والخلاصة: بأن الحل الأمثل يتلخص فيما يلى :

الاختيار الأمثل	القيد على حجم الاستثمار (ألف جنيه)
-----------------	--------------------------------------

(البديل)	
١ ، ٢	١٠٥٠ ، ١١٥٠
١ ، ٣	١٢٥٠
١ ، ٢ ، ٣	١٣٥٠ ، غير محدد

ويلاحظ القارىء أن المشروع الرابع والذى ينطوى على تحقيق معدل عائد أقل من الحد الأدنى للعائد لا يظهر ضمن أى من الاختيارات المقبولة ، ولا شك فى هذه الحقيقة لأنه سوف يؤدى الى تخفيض معدل العائد بالنسبة للشركة فى جميع الحالات •

وأخيراً فقد ناقشنا القيد على حجم الاستثمار الكلى دون أن يتضمن تحليلنا تداخل المشروعات الاستثمارية الأخرى فى الشركة ، لعلمنا نتناوله فى تطوير قادم لهذه الدراسة •

أسئلة وتمارين الفصل الخامس

أولا - الأسئلة :

السؤال الأول :

برر فيما لا يزيد على ثلاثة أسطر رأيك في العبارات التالية والذي تحدد فيه أيها صواباً ، وأيها خطأ .

- ١- نظراً لأن النقدية تمثل أحد عناصر رأس المال العامل فإن التغيرات في الأخير تكون بالضرورة أكبر من التغير في الأولى لأنها جزء منه .
- ٢- تتضمن قائمة التغيرات في المركز المالي المعدة على أساس مصادر واستخدامات رأس المال العامل جميع العناصر التي تتضمنها إذا ما أعدت وفقاً للمفهوم النقدي .
- ٣- تنعكس جميع مصادر واستخدامات رأس المال العامل في صورة تغيرات في الأصول المتداولة والتزامات الجارية .
- ٤- تهدف الموازنة التقديرية للنقدية إلى تحقيق التوازن الدقيق بين التدفقات الواردة والخارجة للنقدية .
- ٥- إذا ما توافر لدى المنشأة رصيد نقدي كبير فإنها لا تواجه حالة الإضرار طالما أن الأصول السائلة لديها في زيادة مضطردة .
- ٦- إذا كان الحد الأدنى للعائد الذي تحققه استثمارات المنشأة ١٠٪ وترتب على تخفيض الأصول المتداولة ١٠٠.٠٠٠ ر.جنيه زيادة في المصروفات السنوية ٨٠.٠٠٠ جنيه فيجب أن يتم هذا التخفيض .
- ٧- يهدف التحليل الرأسي للقوائم المالية إلى دراسة سلوك التغيرات في عناصر القوائم المالية خلال عدة فترات متتالية بينما يهدف التحليل الأفقي لدراسة التغيرات خلال فترة واحدة .
- ٨- إذا زادت المبيعات على الحساب بمقدار ٥٠.٠٠٠ ر.جنيه سنوياً وكانت نسبة الربح ١٥٪ ويحصل منها ٩٥٪ وكان الحد الأدنى للعائد المطلوب ٩٪ فإن ذلك يكون مقبولا للشركة بالرغم من زيادة الديون المعدومة ٢٥.٠٠٠ جنيه سنوياً .
- ٩- طالما أن المنشأة في حالة يسر دائم ولا تواجه أي مشاكل في سداد التزاماتها

- فليست هناك حاجة الى دراسة وتحليل التغيرات في المركز المالي .
- ١٠- لا يترتب على الاعلان عن توزيع الارباح أثر على مركز رأس المال العامل ، وعند توزيعها يتأثر حجم النقدية المتاحة للمنشأة ومن رأس المال العامل .
- ١١- وزعت الشركة ١٠٠٠ ر. جنية على المساهمين في عام ١٩٨٠ ، ووزعت ضعف القيمة خلال عام ١٩٨١ وكان الأثر على رأس المال العامل واحدا .
- ١٢- تتعكس التغيرات في العناصر غير المتداولة على العناصر المتداولة ، كما تنعكس التغيرات في العناصر المتداولة على النقدية .

السؤال الثاني :

- حدد أيًا من العبارات التالية يعتبر صوابًا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير إجابتك فيما لا يزيد على ثلاثة أسطر .
- ١- إذا كان العملاء ينتظمون في السداد والديون المعدومة عند أدنى حد ممكن فمعنى ذلك أن المنشأة تحقق أقصى الأرباح الممكنة من استثمار أموالها في حسابات العملاء .
 - ٢- بلغ الفائض النقدي لدى المنشأة ١٠٠٠ ر. جنية يمكن استثماره بمعدل ١٢٪ غير أن المحاسب الإداري رفض الاقتراح وكان على صواب .
 - ٣- إذا حل سداد قسط السندات خلال العام ، فهذا يعني نقص الالتزامات وينعكس أثر ذلك في زيادة رأس المال العامل بمقدار هذا القسط .
 - ٤- إذا كانت جميع الآلات مستهلكة بالكامل فالقيمة الدفترية لها صفر وبالتالي فإن الأموال المتولدة من العمليات تساوي صافي الدخل زائدا صفر .
 - ٥- ينحصر دور قائمة الأموال في تحليل القوائم المالية التاريخية ولذلك ينعدم دورها في التخطيط .
 - ٦- في جميع الأحوال يتطلب تحديد التغيرات المرغوبة في الاستثمارات بحسابات العملاء معرفة تغير سعر الخصم فقط .
 - ٧- إذا ترتب على اقتراح ما بزيادة الاستثمار في رأس المال العامل زيادة معدل العائد للشركة ككل فإن المحاسب الإداري يوصى بضرورة تنفيذ الاقتراح فوراً .
 - ٨- يكفي إجراء نوع واحد من تحليل القوائم المالية للحصول على جميع النتائج التي تنفذ المخطط .
 - ٩- تتكامل الموازنة التقديرية للنقدية مع قائمة الأموال في عملية تخطيط مصاد الأموال واستخداماتها في الأجل القصير والأجل الطويل .

ثانياً - التمارين :

التمرين الأول :

عانت شركة القمر عدم التوفيق في نشاطها عام ١٩٧٩ . فلقد أظهرت نتيجة أعمالها خسارة ، ولقد ظهرت القوائم المالية التالية للشركة :

شركة القمر

أ - الميزانية العمومية

٣١ ديسمبر

١٩٧٨ ١٩٧٩
ألف جنيه ألف جنيه

١٠	١٥
٤٨	٤٥
٨٠	٩٠
<u>١٣٨</u>	<u>١٥٠</u>
١٩٠	٢١٠
٥٢	٦٥
<u>١٣٨</u>	<u>١٤٥</u>
٩	١٥
<u>٢٨٥</u>	<u>٣١٠</u>

الاصول المتداولة :

نقدية
مد ينون
مخزون
مجموع الاصول المتداولة
المباني والمعدات
- مجمع الاهلاك
استثمارات في شركات تابعة
مجموع الاصول
الالتزامات التجارية
دائون
مستحقات أخرى
المجموع
سندات
رأس المال
الارباح المحجوزة

٣٥	٥٠
١٠٥	١٠
<u>٤٥٥</u>	<u>٦٠</u>
٥٠	٨٠
<u>١٢٥</u>	<u>١٢٠</u>
٦٤,٥	٥٠
<u>١٨٩,٥</u>	<u>١٧٠</u>
<u>٢٨٥</u>	<u>٣١٠</u>

ب - قائمة الدخل عن السنة المنتهية في ٣١ / ١٢ / ١٩٧٩

المبيعات	ألف جنيه
- تكلفة البضاعة المباعة	٣٧٥
مجموع الربح	٢٦٠
مصرافات بيعية وإيالة	١١٥
صافي الخسارة	١٢٤
	(٩)

وأتيحت المعلومات التالية :

- أ - أعلن عن توزيعات على المساهمين في شهر أكتوبر ووزع مبلغ ٣٥٠٠ جنيه بعد ذلك بشهرين حتى تحافظ الشركة على وضعها في الصناعة التي تعمل فيها .
- ب - بيعت بعض الآلات التي كانت تكلفتها ١٢٠٠٠ جنيه بمبلغ ٣٠٠٠ جنيه ولم تحقق ربحاً أو خسارة .
- ج - قامت الشركة باعادة شراء أسهم أحد المساهمين وسدد له مبلغ ٦٥٠٠ جنيه مقابل أسهمه التي تبلغ قيمتها الاسمية ٥٠٠٠ جنيه ، وحمل حساب الأرباح المحجوزة بالفرق .
- والمطلوب : (١) اعداد قائمة توضح التغيرات في رأس المال العامل ثم اعداد قائمة الاموال مستعينا بورق العمل التي تعد في شكل حسابات حرف T .

التمرين الثاني :

تضمنت التقارير السنوية لشركة ما الميزانية العمومية التالية عن سنتي ٧٧ ، ١٩٧٨ :

٣١ ديسمبر		
١٩٧٧	١٩٧٨	
ج	ج	
٩٥٠٠	٩٠٠٠	الأصول المتداولة :
٢٦٠٠٠	٣١٠٠٠	نقدية
٧٥٠٠٠	٨٠٠٠٠	المدينون
٤٠٠٠	٤٥٠٠	المخزون
١١٤٥٠٠	١٢٤٥٠٠	م . نقدية
		مجموع الأصول المتداولة

٣١ ديسمبر		الاصول الثابتة: الاراضى المباني والمعدات
١٩٧٧	١٩٧٨	
٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	
٤٤٠٠٠٠	٥١٨ ٠٠٠	
٤٩٠ ٠٠٠	٥٦٨ ٠٠٠	المجموع
٩٠ ٠٠٠	١١٢ ٥٠٠	ناقصا :
٤٠٠ ٠٠٠	٤٥٥ ٥٠٠	
٣٥ ٥٠٠	٢٠ ٠٠٠	استثمارات
٥٥٠ ٠٠٠	٦٠٠ ٠٠٠	مجموع الاصول
ج	ج	التزامات جارية :
٤٠ ٠٠٠	٤٨ ٠٠٠	دائنون
١٢ ٠٠٠	٩ ٠٠٠	مستحقات
٤ ٠٠٠	٣ ٠٠٠	ضرائب مستحقة
٥٦ ٠٠٠	٦٠ ٠٠٠	مجموع الالتزامات الجارية
١٢٠ ٠٠٠	٩٠ ٠٠٠	قروض (السداد بعد ٣ سنوات)
٤٢ ٠٠٠	٥٠ ٠٠٠	ضرائب على الدخل (مؤجلة)
٢٥٠ ٠٠٠	٣٢٠ ٠٠٠	حقوق الملكية
٨٢ ٠٠٠	٨٠ ٠٠٠	أسهم عادية
٣٣٢ ٠٠٠	٤٠٠ ٠٠٠	أرباح محجوزة
٥٥٠ ٠٠٠	٦٠٠ ٠٠٠	مجموع الالتزامات وحقوق الملكية

وقد امكن الحصول على المعلومات الاضافية التالية :

- ١- بلغ صافي الدخل عن عام ١٩٧٨ مبلغ ٤٨٠٠٠ جنيه ، بعد أن حملت حسابات النتيجة بالاهلاك عن العام وقدرة ٤٠٠٠٠ جنيه .
 - ٢- وزعت على المساهمين ارباحا واسهمها مجانية ، أما الارباح الموزعة فقد بلغت ٢٠٠٠٠ جنيه .
 - ٣- بلغت تكلفة الآلة التي استبعدت من الدفاتر بعد أن استهلكت بالكامل ١٠٠٠٠ جنيه كما تم بيع آلة أخرى قيمتها الدفترية ٤٥٠٠ جنيه دون تحقيق ارباح .
 - ٤- تم اصدار ٤٠٠٠ سهم خلال عام ١٩٧٥ بسعر اصدار ١٠ جنيه .
- والمطلوب : (١) اعداد قائمة التغيرات في رأس المال العامل .
(٢) اعداد ورقة العمل اللازمة لاعداد قائمة اموال شم اعداد هذه القائمة .

التمرين الثالث :

فيما يلي بعض القوائم الخاصة " بشركة الصالحية " :

١- الميزانية العمومية

٣١ ديسمبر	١٩٧٩	١٩٧٨
نقدية	١٢٢	٢٣٠
مدىنون	٦٧٥	٥٨٦
مخزون	٦٥٥	٦١٠
أصول ثابتة (بعد الاهلاك)	١٢١٢	١٠٠٠
	<u>٢٦٦٩</u>	<u>٢٤٢٦</u>
دائنون	٣٨٨	٣٣٢
أوراق دفع	١٣٣	١٤٢
أقساط قروض طويلة الأجل	٣٥	٠٠
ضرائب مستحقة	١٠٨	١٤٤
قروض طويلة الأجل	٣٧٠	٣٢٢
سندات	٢٣٣	٢٤٣
رأس المال (اسهم عادية)	٦٠	٥٠
رأس المال (أسهم ممتازة)	١٦٧	١٣٣
الأرباح المحجوزة	١١٧٥	١٠٦٠
	<u>٢٦٦٩</u>	<u>٢٤٢٦</u>

شركة الصالحية

٢- قائمة الدخل عن السنة المنتهية في ٣١ / ١٢ / ١٩٧٩

المبيعات	٣١٩٠	ألف جنيه
تكلفة البضاعة المباعة	٢٢٩٠	
	<u>٩٠٠</u>	
مجموع الربح	١٢٠	ألف جنيه
اهلاك	٤٥٢	
م. بيعية وإدارية	١٥٧	
ضرائب متنوعة	<u>٧٣٠</u>	
	<u>١٧٠</u>	
الأرباح المحجوزة ١ / ١ / ١٩٧٩	١٠٦٠	
يضاف : صافي الدخل	<u>١٧٠</u>	
	١٢٣٠	
يطرح : توزيعات مسددة	<u>٥٥</u>	
الأرباح المحجوزة ٣١ / ١٢	<u>١١٧٥</u>	

شركة الصالحية
٣- قائمة الأموال عن السنة المنتهية في ١٩٧٩/١٢/٣١

* مصادر رأس المال العامل		ألف جنيه	ألف جنيه
في العمليات :			
صافي الربح		١٢٠	
الاهلاك		٢٩٠	
من مصادر أخرى :			
إصدار أسهم ممتازة		٣٤	
إصدار أسهم عادية		١٠	
قروض طويلة الأجل		٨٣	
٢٢٧			
٤١٧			
* استخدامات رأس المال العامل			
توزيعات نقدية		٥٥	
شراء آلات		٣٣٧	
قسط قرض مستحق الآن		٣٥	
رد سندات		١٠	
٤٣٧			
(٢٠)			

• تحليل التغيرات في رأس المال العامل :

؟ ؟ ؟ ؟

وفيما يلي بعض العبارات المطلوب اختبار مدى الصواب والخطأ فيها :

- ١- أنه لم يتم بيع أى أصول ثابتة على الإطلاق خلال الفترة .
- ٢- كان من الممكن أن يترتب على تأجيل قسط القرض طويل الأجل لمدة عام ظهور زيادة في رأس المال العامل مقدارها ١٥٠٠٠ جنيه ، غير أنه سيترتب على ذلك سداد مبلغ ٧٠٠٠٠ جنيه عام ١٩٨٠ .
- ٣- مجموع الضرائب التي سددت خلال العام تزيد على صافي الدخل عن العام .
- ٤- تتضمن المصروفات الإدارية ما تتحمله المنشأة من فوائد على القروض طويلة الأجل .
- ٥- إذا كان مجمع الاهلاك في ١/١/١٩٧٩ ٧٣٠٠٠٠ جنيه فان مجموع تكلفة الاصول في ٣١/١٢/١٩٧٩ يبلغ ١٨٨٧٠٠٠ جنيه .
- ٦- من المحتمل أنه تم الاعلان عن توزيع أرباح خلال العام قدرها ٥٥٠٠٠ جنيه .

- ويحتمل أنه أعلن عن توزيعات أخرى بخلاف التوزيعات المسددة .
 - ٧- تبلغ المبيعات الآجلة خلال العام ٨٩٠٠٠ ر.جنيه اذا كان يتم تحصيل ٩٠٪ من مبيعات الفترة خلال نفس فترة البيع والباقي خلال الفترة التالية .
 - ٨- تزيد تكلفة انتاج البضاعة على تكلفة البضاعة المباعة خلال الفترة .
 - ٩- اذا تم استخدام جزء من النقدية المتاحة لسداد بعض الالتزامات الجارية فقد يترتب على ذلك تحسين مركز رأس المال العامل .
 - ١٠- لقد تم تمويل معظم عملية شراء الآلات من الأموال المتوافرة من العمليات .
- وترتبط النقاط العشر السابقة بالقوائم التي تم عرضها من قبل ، ولك أن تستخدم المعلومات التي تظهرها القوائم في اختيار اجابتك ، وافترض أن القوائم أعدت بصورة صحيحة .
- والمطلوب: أن تختار لكل من الاسئلة (أو النقاط) العشر احدى الاجابات التالية :
- أ - صحيحة بدون تحفظات .
 - ب - يحتمل أن تكون صحيحة ، وتحتاج الى معلومات اضافية حتى لا تكون هناك تحفظات .
 - ج - خطأ بدون تحفظات .
 - د - يحتمل أن تكون خطأ ، وتحتاج الى معلومات اضافية حتى لا تكون هناك تحفظات .
 - هـ - البيانات غير كافية لتحديد احتمال الصواب أو احتمال الخطأ في العبارة .

التفريغ الرابع :

فيما يلي الميزانية العمومية لشركة الوادي الاخضر كما تظهر في ١٩٨١ / ١٢ / ٣١

شركة الوادي الاخضر		الميزانية العمومية في ١٩٧٩ / ١٢ / ٣١	
جـ		جـ	
النقدية	١٠٠٠٠٠ ر	رأس المال	٢٠٠٠٠٠ ر
العملاء والحسابات المدينة	٣٥٠٠٠٠ ر	الارباح المحجوزة	٥٠٠٠٠٠ ر
المخزون	١٨٠٠٠٠ ر	قروض طويلة الاجل	١٠٠٠٠٠ ر
أصول ثابتة (بعد الاهلاك)	١٤٧٠٠٠ ر	قروض قصيرة الاجل	٢١٠٠٠٠ ر
		دائخون ومستحقات أخرى	١٩٠٠٠٠ ر
			٣٠٠٠٠٠ ر

وقد طلبت اليك الشركة أن تعاونا في دراسة بعض التغييرات الممكنة فـ
عناصر رأس المال العامل ، ولقد وجدت أنه من الافضل أن تبني رأيك على أساس
النتائج المتوقعة من هذه التغييرات من حيث أثرها على ربحية الشركة .
وفيما يلي اقتراحات التغييرات التي عرضت عليك :

١- تخفيض الاستثمارات في حسابات العملاء عن طريق ترشيد عملية التحصيل ،
فتقوم الشركة بتعيين مندوبين جوالين يقومون بالتحصيل اسبوعيا من العملاء . ويتوقع أن
يكون أثر ذلك انخفاض هذه الحسابات في حدود ١٠٪ ، وتبلغ المرتبات السنوية للعاملين
الجدد ٢٦٢٥ جنيه سنويا وسوف يشغلون جانبا يعادل مبنى الادارة الذي
تبلغ تكاليف صيانته واهلاكه السنوية ٥٠٠٠ ر. جنيه والذي يستخدم ٢٠٪ منه فقط
حيث لا يوجد استخدام بديل .

٢- تغيير حجم طلبية مخزون المواد الأولية والذي تبلغ الاحتياجات السنوية منه
١٦٠٠٠٠ وحدة وتكلفة اصدار الطلبية ٣٢٤ جنيه وتكلفة السنوية للاحتفاظ بالوحدة
٢ جنيه ، وقد رفض المورد أن يمنح أي خصم الا اذا زاد حجم الطلبية بمقدار ٢٨٠٠
وحدة ، وتطبق الشركة حاليا الحجم الاقتصادي لطلبية الشراء . ويبلغ سعر شراء الوحدة
٥٠ جنيه والزيادة في الخصم التي يمنحها المورد عند الحجم الجديد للطلبية ١٥ ر. .

٣- تعديل طريقة استثمار الفائض النقدي ويتم ذلك عن طريق انشاء ادارة استثمارات
والتي سوف تشغل ١٠٪ من مبنى الادارة التي حددت تكاليفه في النقطة (١) .
وتبلغ المرتبات والمصروفات الأخرى اللازمة للادارة ٥٠٠٠ جنيه سنويا ويتوقع أن تؤدي
هذه الطريقة الى تحقيق عائد قدره ٦٠٠٠ جنيه .
والمطلوب : أن تحدد الاختيار الأمثل علما بأن تقديرات معدل النمو المتوقع
للشركة ٥٪ ، ١٠٪ ، ١٥٪ .

الفصل السادس الموازنة الرأسمالية واتخاذ قرارات الانفاق الرأسمالية

١- مقدمة :

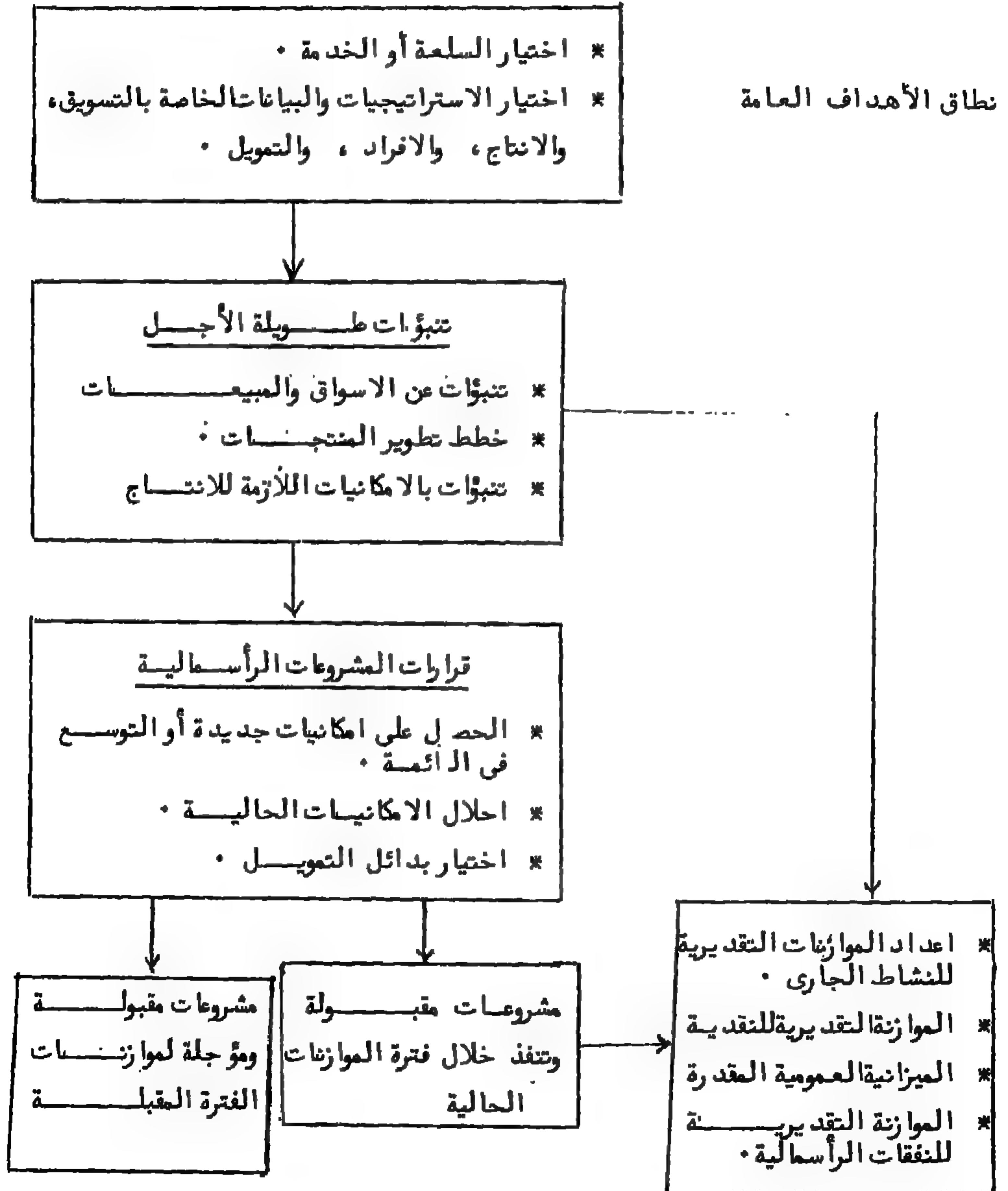
تتطلب قرارات الانفاق الرأسمالية على تخصيص الموارد خلال المدى الزمني الطويل، وبالطريقة التي يؤمل أن تساعد المنظمة على تحقيق أهدافها، وبما تهتم المنشآت التي تهدف إلى الربح بالاستثمار في أصول ملموسة وأصول غير ملموسة لتعظيم ثروة ملاكها، فإن المنظمات التي لا تهدف إلى الربح والوحدات الحكومية تقوم بتنفيذ الاستثمارات التي تهدف إلى تقديم خدمات بأدنى تكلفة .

وتتضمن عملية الموازنة الرأسمالية التعرف على الاستثمارات المرغوبة المحتملة، ثم تقييمها، واختيار الاستثمارات التي تقابل معايير معينة . ونظرا لعنصر الأجل الطويل الذي ترتبط به معظم النفقات الرأسمالية والذي يؤثر على طبيعة ومرونة المنشآت فإنها يجب أن تدرس بستر وواعان . ولقد طورت أدوات وأساليب عديدة للمساعدة في التقييم والاختيار النظاميين للمشروعات التي يتم التعرف عليها .

ويعتبر تقييم معظم النفقات الرأسمالية للانشاءات والمعدات الجديدة جزءا من عملية التخطيط طويل الأجل للمنشأة، وعادة ما يتم هذا التخطيط في المستويات الادارية العليا، ونظرا لأنه يتم في حدود الاستراتيجيات فإن من المعايير الأساسية لتقييم الاستثمارات الجديدة أن تكون متوافقة مع الخطط الاستراتيجية للمنشأة . ويمكن أن ينظر إلى الموازنات التقديرية الرأسمالية باعتبارها تمثل قيودا عند اعداد الموازنات التقديرية السنوية للنشاط الجاري . ففي خلال مرحلة الاستثمار المبدئي فإن المشروعات الجديدة تؤثر على التدفقات النقدية والاصول والالتزامات . وفيما بعد تؤثر على قيود الطاقة، الموازنات التقديرية للدخل، التكاليف الصناعية والمشتريات .

ويوضح الشكل التالي علاقة قرارات الانفاق الرأسمالية بالتخطيط طويل الأجل واجرا،
التنبؤات والموازنات التقديرية :

علاقة قرارات الانفاق الرأسمالي
بالتخطيط طويل الأجل واعداد التنبؤات والموازنات التقديرية



ويتراوح حجم وطبيعة مشروعات الموازنة الرأسمالية من الاحلال الروتيني لآلة قديمة الى انشاء مصنع جديد أو انتاج منتج جديد . وفى خلال سنة واحدة قد تقوم منشأة ضخمة بانفاق عدة ملايين من الجنيهات على عشرات من المشروعات ، وتحتاج الى الاجراءات الرسمية والسياسات فى مجال الموازنة الرأسمالية لانجاز ذلك العمل بكفاءة . وتعتبر قرارات الانفاق الرأسمالى من القرارات طويلة الأجل التى تتطلب المعلنين موارد الآن ولكن الاسترداد أو المكاسب على هذه الموارد . يتوقع أن تتم خلال فترة زمنية ممتدة فى المستقبل ، ويمكن أن تشمل ما يلى :

- ١- الحصول على امكانيات وتسهيلات جديدة أو توسع فى القائمة . وينصب الاختيار على أى التسهيلات من بين تلك التى تكون متاحة غنى بالغرض . ثم يوضع القرار على أساس تقديرات عن أى من هذه التسهيلات التى تعطى أكبر عائد على الاستثمار . وتتضمن مشروعات شراء الآلات والمعدات أو تأجيرها ، بناء المباني ، أو اضافة خطوط الانتاج .
- ٢- احلال الامكانيات الحالية : تتضمن احلال آلات جديدة محل آلات أخرى موجودة ، ويوضع القرار على أساس تقديرات الوفورات الناتجة عن الآلة الجديدة بمقارنتها بالآلة القديمة ، وهذه الوفورات سوف تغطى تكلفة الآلة الجديدة ، ويبقى ذلك على أساس أن الأصول الجديدة سوف تكون أكثر طاقة وكفاءة .
- ٣- اختيار البدائل التمويلية ويتضمن اختيار النماذج المتاحة من طرق الحصول على الموارد . وأحد هذه البدائل هو التأجير أو الشراء ، ويتوقف القرار على ما اذا كانت الموارد المستثمرة فى بديل الشراء سوف تحقق عائدا كافيا حينما تقارن بالموارد الموجهة للاستثمار .

وترتبط قرارات المدى الطويل بمشروعات معينة . وتطبق قواعد القرار على أساس كل حالة على حدة . ومع ذلك نجد أن الموازنات التقديرية الخاصة بفترة معينة تتضمن عملية الحصول على الامكانيات حيث تتكامل لتكون الموازنة التقديرية للانفاق الرأسمالى . ويسمح ذلك للإدارة بتنسيق خطط الانفاق الرأسمالى مع خطط العمليات الجارية . وعندما يتم الحصول على الامكانيات فانها تصبح جزءا من طاقة الشركة . وعند هذه النقطة تغدو وحدتها المنفصلة ، ثم تخضع لقرارات الأجل القصير لتعظيم فائدها استخداما . وهنا تختلط

الايادات والتكاليف التي يمكن تحويلها للقرارات طويلة الأجل بتلك الايادات والتكاليف التي يمكن تحويلها للقرارات قصيرة الأجل .

كما أن البعض يقسم المشروعات الرأسمالية كما يلي (١)

١- نفقات احلال الآلة والمعدات : وهذه تتضمن احلال العناصر المتفاوتة من الأصول . ويقوم أساس القرار على الوفورات المتوقعة في التكاليف ، والتي تتحدد بمقارنة التكاليف المستقبلية للآلات القديمة بمثلتها للآلات الجديدة ، ويتطلب تحليل التكاليف المستقلة تحديد ثمن الشراء والقيمة المستخلصة من بيع الخردة . وقد يكون تحديد العمر الاقتصادي للآلة الجديدة من أصعب المشاكل وهو بمثابة لب قرار الانفاق الرأسمالي . وبالنسبة للآلة الحالية فان الاضمحلال المستقبلي في القيمة المستخلصة منها يجب تقديره ، وتعتبر التكلفة الاصلية للامكانيات الحالية بمثابة تكلفة مفرقة لا يمكن استردادها كما أنها غير ملائمة لعملية اتخاذ القرار . . ويعتبر الاهلاك المجمع عنصراً مستقلاً عن تكاليف المنشأة في المستقبل . ولا تعتبر القيم الدفترية جوهرية لقرار احلال فيما عدا الاثر الذي يرتبط بالضريبة المستحقة بنتيجة المبادلات في الأصول .

٢- مشروعات التوسع : وتنطوي على زيادة حجم المنشأة ودخول أسواق جديدة وهذه تشكل فئة أخرى من الاستثمارات الرأسمالية . وفي هذه الحالات فإن المقارنات تتم بين اما تنفيذ الاستثمار أو عدم تنفيذه ، ويكون الأساس هو الاضافة الى الارباح متضمنة التدفقات النقدية الداخلية . ويقدر الربح المضاف عن طريق قائمة الدخل المتوقع بحيث تظهر الايادات المضافة والمصروفات المضافة على مدار حياة المشروع .

٣- تحسين المنتجات الحالية أو اضافة منتجات جديدة : ويعتبر أساس القرار هنا استراتيجياً ، بمعنى أن الوضع التسويقي التنافسي يدفع المنشأة لتنفيذ الاستثمارات ، حتى لا يؤدي الاختناق في مواجهة المنافسين الى نقص نصيب المنشأة من السوق . وحيث أنه لا يوجد أساس تاريخي من المعلومات لاتخاذ القرار ، كما أن عائد مثل هذه الاستثمارات يوضع على أساس الزيادة في الأرباح فان درجة عالية من الحكم السليم وبعد النظر تكون مطلوبة في اتخاذ القرار .

(١) Adolph Matw and Milton Usrym, Cost Accounting, Planning & Control (Cincinnati: Sout-Western Publishing Co.m1976), p.832,833.

وقد يتضمن اقتراح ما أكثر من تبويب واحد ، فقد ترغب احدى المنشآت فى تنفيذ اقتراح باحلال عملية ما أصبحت تكاليف الصيانة بالنسبة لها مكلفة ، ومع نظام جديد يترتب عليه توسع فى الطاقة الانتاجية . أيضا ، فقد تكون نفقات معينة مطلوبة بسبب الاحتياجات المرحلية أو القانونية ولأسباب غير اقتصادية بحتة . وعلى سبيل المثال ، فقد يكون أحد المنتجين مرغما على انتاج منتجا أقل ربحية نظرا للضغوط التنافسية ، وقد تقام التسهيلات لعلاج العمال ، أو تنقية الهواء أو المياه . وقد تكون بعض المشروعات ضرورية وواجبة لدرجة أن استخدام عملية التقييم تعتبر شيئا زائدا لا لزوم به ، كما تجد أن بعض المشروعات بالرغم من أنها تحقق عائدا اقتصاديا مقبولا فإنها قد ترفض لعدم كفاية الأموال أو عدم ملائمتها للأهداف العامة للمنشأة ، أو اخفاقها فى مقابلة معايير تقييم أخرى .

وقد تكون بعض المشروعات غير مستقلة عن بعضها ، ولهذا فإنها تقيم ضمن المجموعة التى تشكل احداها . وتعتبر المجموعة مشروعا مجمعا تتحدد ايراداته بالمجموع الجبرى لايرادات كل من المشروعات الداخلة منه ، وكذلك تتمثل تكاليفه فى المجموع الجبرى لتكاليفها ويتحدد عائده على هذا الأساس .

٢- بعض المفاهيم المرتبطة بقرار الانفاق الرأسمالى (١)

تعتبر هذه القرارات طويلة الأجل ، ولهذا تقوم على قاعدة يكون الزمن هو العامل المحورى فيها . ويترتب على ذلك الاهتمام بأثر الزمن على التدفقات النقدية للمنافع والتكاليف المترتبة على قرار الاستثمار . ولهذا نتناول النقاط التالية :

- قاعدة قرارات المدى الطويل .
- القيمة الزمنية للنقود .
- القيمة الحالية والقيمة المستقبلية .
- قياس المنافع والتكاليف .

(١) راجع فى هذه الاجزاء الفصل الرابع عشر من كتاب :

Don T. DeCoster & Eldon L. Schafer, Op. Cit. .

٢-١ - قاعدة قرارات المدى الطويل :

يعتبر الزمن العامل الرئيسى فى قرارات المدى الطويل • ونستطيع أن نجسد عنصر الزمن فى عمليات حساب القيمة الحالية • وفى قرارا المدى الطويل يكون الاستثمار ملائما اذا كانت المنافع المضافة المقاسة بالتدفقات النقدية الداخلة ، والمنسوبة مباشرة الى الاستثمار ، والمعدلة بالقيمة الزمنية للنقود مساوية على الاقل للتكاليف المضافة مقاسة بالتدفقات النقدية الخارجة المترتبة مباشرة على الاستثمار والمعدلة على أساس القيمة الزمنية للنقود • وأى استثمار يعطى منافع مخصصة مساوية للتكاليف المخصصة سوف يحقق معدل العائد المرغوب ، وسوف يساهم فى المحافظة على ثروة المنشأة • وكل استثمار يعطى منافع مخصصة أكبر من التكاليف المخصصة سوف يساهم فى زيادة ثروة المنشأة • والافتراض الأساسى لقرار الاستثمار فى المدى الطويل والذي نعتد عليه الآن هو تعظيم ثروتها •

٢-٢ - مفهوم القيمة الزمنية للنقود :

إذا أعطيت فرصة لأن تتسلم جنيها واحد اليوم ، أو تتسلم جنيها واحدا بعد عام من الآن • فمن المحتمل أنك تفضل استلام النقدية الآن • وبالعكس اذا كنت مدينا لفرد ما بجنيه واحد ، وأعطيت الاختيار فى أن تسدد اليوم أو بعد سنة ، فانه من المحتمل أيضا أن تختار السداد بعد سنة • والسؤال الآن : ماهى حقيقة الرشد فى هذا السلوك ؟ بمعنى - لماذا يفضل معظم الافراد امتلاك النقدية فى يدهم اليوم عن أى وقتست آخر لاحق ؟

وتبدوا الاجابة واضحة • • • فعندما تمتلك النقدية فى يدك ، يكون لديك اختيارات كثيرة ومتاحة لك حالا • وعلى سبيل المثال ، يمكن أن تكون النقدية التى تحت يدك بمثابة ضمان للاحداث المستقبلية غير المنظورة والتى سوف تتطلب نقدية حاضرة • أو أن تستخدمها فى تحقيق رغباتك الحالية ، أن تنفقها فى شراء السلع الاستهلاكية • ويمكن أيضا استثمارها للحصول على دخل ، أو تحقيق توازن معين • وهناك سببان آخران على درجة كبيرة من الأهمية ، ويرتبطان بالخطر والتضخم • فعندما تحصل على

النقدية الآن فانك تخفض أو تتخلص من عدم التأكد الذى تنطوى عليه عملية التحصيل أو السداد الذى تقوم به لشخص آخر . كما أن النقدية التى تكون فى اليد الآن يكون لها قوة شرائية أكبر عن تلك التى يتم استلامها فى المستقبل . وإذا أخذنا فى الاعتبار التضخم السريع الذى يحتاج كل المعالم تقريباً ، فاننا ندرك أهمية هذا العامل فى التفضيل الزمنى للنقود .

وهذه النقاط تشرح المفهوم الذى يسمى بالقيمة الزمنية للنقود ، والتى تعكس تفضيلاً واسعاً وتجنباً للاستلام المبكر للنقود على الاستلام المتأخر . أيضاً تفضيل الدفع المتأخر للنقود على الدفع المبكر لها .

ويعتمد فهم القيمة الزمنية للنقود بالضرورة على ادراك مفهوم الفائدة المركبة، إلتاى الاقتصادى لتحديد النقطة التى تكون فيها فرص الاستثمار متساوية بالنسبة للمستثمرين . فالفرد الذى استثمر ١٠٠ جنيه ويكون سواءً لديه أن يتسلم ١٠٠ جنيه اليوم أو ١٠٠ جنيه فى العام القادم لا يعطى قيمة للتفضيل الزمنى . وإذا ظل سواءً لدى هذا الفرد — أن يختار ١٠٠ جنيه الآن أو ٩٠ جنيه بعد سنة من الآن ، فاننا ننظر اليه باعتبار أنه لا يتصرف برشد ، وذلك وفقاً للتحليل الاقتصادى ، ومفهوم هذا التحليل للسلوك الاقتصادى الفردى — وإذا كان الاختيار بين استلام ١٠٠ جنيه حالياً أو التأخير لاستلام ١٠١ جنيه ، فان الاختيارات تظل سواءً ولكن بزيادة استمرار تأخير الدفع يزيد من ١٠١ جنيه الى ١٠٢ جنيه الى ١٠٣ جنيه ، وهكذا حتى نقطة معينة تتوقف عندها حالة السواء للمستثمر ، وهنا يعين تفضيله .

افترض أن مستثمراً أصبح فى غير حالة سواءً حينما وصلت قيمة المدفوعات المتأخرة الى ١١٠ جنيه ، وبالنسبة لآخر كانت ١٠٥ جنيه . وأنه يمكن وجود ديناميكية لوضع علاقة التفضيل الاستثمارى الفردى . فيمكن أن ننظر الى القيمة الزمنية للنقود ونصفها بمثابة سعر فائدة . المستثمر الأول توقفت حالة السواء لديه عند معدل فائدة ١٠ ٪ ، بينما رضى الآخر بسعر فائدة ٥ ٪ . وفى هذه الامثلة حسبت الفائدة على أنها النسبة المئوية التى تصل اليها بتقسيم علاوة الاستثمار (الفرق بين المدفوعات الحالية والمدفوعات المؤجلة) على الاستثمار .

٢-٣- القيمة الحالية والقيمة المستقبلية :

تمبر القيمة الحالية المخصصة عن مقدار النقدية الحالية التي تعادل كمية معينة من النقدية يتم استلامها أو إعطاؤها في بعض الفترات المستقبلية .
ويتطلب حساب القيمة الحالية المخصصة بياناً عن التدفقات المستقبلية ، وتاريخ التدفق ومعدل الفائدة .

ويظهر عامل الزمن في قرارات الأجل الطويل عندما نأخذ في الاعتبار القيمة الزمنية للنقود . تتأثر القيمة بتوقيت ومقدار التدفقات النقدية . وأن جنيهاً في يدنا الآن يمكن أن يستثمر لتحقيق عائد ، ولذلك فإن له قيمة أكبر من الجنيه الذي نستلمه بعد سنة الآن . وعلى سبيل المثال ، فإن ١٠٠ جنيه في حساب مدخرات بعمر ٦٪ فائدة مركبة على أساس ربع سنوي يمكن أن يصبح ١٠٦٫١٣ جنيه في نهاية سنة واحدة ، ويمكن أن يتضاعف المبلغ في حدود ١٢ سنة . والفرق بين الجنيه الذي يستثمر الآن والجنيه الذي نستلمه بعد فترة ما في المستقبل هو القيمة الزمنية للنقود . والفرق يمثل معدل العائد الذي يجب أن نحصل عليه ليكون سواً لديك استلام جنيه اليوم أو الانتظار سنة لاستلام الجنيه .

ولكى نستفيد من مفهوم القيمة الزمنية للنقود ، فيجب أن يكون لدينا طريقة ما لتطبيقها على التدفقات النقدية في أي نقطة من الزمن ، ومقارنة النتائج بالتدفقات النقدية في أي نقطة أخرى من الزمن . ويتم ذلك خلال عمليات حساب القيمة الحالية .

مثال : افترض أن منشأة ما تستثمر مبلغ ١٠٠٠ جنيه لمدة ثلاثة سنوات ، وتحصل على عائد ١٠٪ تحتسب في نهاية كل سنة ، ينمو هذا الاستثمار كما يلي :

الفترة (سنة)	الاستثمار في بداية الفترة	فائدة الفترة ١٠ ٪	الاستثمار في نهاية الفترة
(الآن)			١٠٠٠
١	١٠٠٠	١٠٠	١١٠٠
٢	١١٠٠	١١٠	١٢١٠
٣	١٢١٠	١٢١	١٣٣١

والمقدار الذي يصل إليه استثمار ما في نهاية فترة معينة من الزمن محسوباً بسعر

فائدة مركبة معين هو قيمته المستقبلية .

وإذا كان معدل تفضيل المستثمر للزمن ١٠٪ فسوف يكون سواءً لدية أن يحصل على:
١٠٠٠ جنيه الآن ، ١١٠٠ بعد سنة ، ١٢١٠ بعد سنتين ، ١٣٣١ بعد ثلاث سنوات .

وفي قرارات المدى الطويل فنحن نحتاج الى مقارنة سلسلة من التدفقات النقدية الداخلة ، وسلسلة من التدفقات النقدية الخارجة في أوقات مختلفة على مدار حياة الاستثمار ، لتحديد ما إذا كان تم تحقيق معدل عائد مرضى أم لا . ولكي يتم ذلك فإن التدفقات النقدية يجب أن تحول الى قيمتها المخصوصة عند نفس النقطة من الزمن . يمكن استخدام أي نقطة في الزمن . فيمكن أن نعد قيم جميع التدفقات النقدية في صورة قيم مستقبلية في نهاية فترة الاستثمار ، أو في قيم حالية في بداية فترة الاستثمار . على أنه لما كان القرار يتخذ الآن في فترة الزمن الحالية ، فإن معظم المنشآت تعد التدفقات النقدية على أساس القيمة الحالية التي حدد بها الاستثمار .

وتعبر القيمة الحالية عن المقدار الذي يجب استثماره الآن للوصول الى مقدار معين في نقطة زمنية معينة في المستقبل ، مفترضين تطبيق معدل فائدة مركبة معين فترياً .

ولنعد الى مثالنا السابق ، ١٠٠٠ جنيه تستثمر الآن سوف تتراكم لتصبح ١٣٣١ جنيه بعد ثلاث سنوات من الآن .

٠٠ القيمة الحالية لمبلغ ١٣٣١ جنيه يستلم بعد ثلاث سنوات من الآن هي ١٠٠٠ . ولعله من المفيد أن نعد مجموعة من عوامل القيمة الحالية التي تظهر القيمة الزمنية للنقود بين نقطة معينة من الزمن عند معدلات فائدة مختلفة ، وهذه تظهرها جداول القيمة الحالية .

٢-٤- قياس المنافع والتكاليف :

يتضمن القياس المحاسبي التقليدي لدخل فترة معينة مقابلة لايادات حيثما تحقق خلال المبادلات مع التكاليف المستنفدة في انتاج الايرادات . ويتطلب المقياس الصحيح للدخل تعيين التكاليف للفترة التي تحققت خلالها الايرادات ، وبهذه الطريقة فـإن

الجهد يقابل بالانجاز • ويكون الدخل الناتج مقياسا لقدرة الكسب الماضية • وتدخل الأصول طويل الأجل عملية القياس بطريقة نظامية ولكنها حكيمة لتوزيع التكلفة على مدار الحياة الاقتصادية للأصل •

مثال (١) : تكلفة أحد الأصول ١٢٠٠٠ جنيه ويستخدم في الإنتاج ٣ سنوات ليحقق إيرادات ٥٠٠٠ جنيه فان :

صافي الدخل السنوي = الإيرادات - التكاليف المستفدة

$$= ٥٠٠٠ - ٤٠٠٠ = ١٠٠٠ \text{ جنيه}$$

صافي الدخل خلال حياة الأصل = ٣ سنوات × ١٠٠٠ جنيه = ٣٠٠٠ جنيه
ولأغراض تحليل الاستثمار فمن الضروري معرفة متى يتم الاستثمار ، ومن ثم يكون رأس المال المستثمر غير متاح للاستثمارات الأخرى ، ومتى يتم استرداد قيمة الاستثمار ، ومن ثم يكون متاحا لإعادة استثماره في أي مجال آخر • ويتحدد رأس المال المستثمر والذي يمكن استرداده بالتدفقات النقدية التي تحول مباشرة للاستثمار • ويجب أن تكون التدفقات النقدية الواردة كافية لتحقيق عائد مرضي للمستثمر واسترداد الاستثمار المبدئي •
مثال (٢) : إذا افترضنا في المثال السابق أن المستثمر يرغب في تحقيق عائد قدره ١٢ % على الاستثمارات التي تبلغ ١٢٠٠٠ جنيه

السنة	رصيد الاستثمار في بداية الفترة	التدفق النقدي نهاية الفترة	العائد على الاستثمار في بداية الفترة	استرداد الاستثمار المبدئي	رصيد الاستثمار في نهاية الفترة
١	١٢٠٠٠	٥٠٠٠	١٤٤٠	٣٥٦٠	٨٤٤٠
٢	٨٤٤٠	٥٠٠٠	١٠١٣	٣٩٨٧	٤٤٥٣
٣	٤٤٥٣	٥٠٠٠	٥٣٤	٤٤٦٦	(١٣)
		<u>١٥٠٠٠</u>	<u>٢٩٨٧</u>	<u>١٢٠١٣</u>	

(لاحظ أن العائد الفعلي يزيد قليلا على ١٢ % حيث تم استرداد ١٣ جنيه

زيادة على الاستثمار) •

كما نجد أن الدخل الذي تم الحصول عليه خلال حياة الأصل يقترب من ٣٠٠٠ جنيه ،

وهو نفس الدخل الذى يتحدد باستخدام المقاييس المحاسبية التقليدية للدخل • وعلى أية حال يختلف مقدار الدخل لكل فترة بين الاسلوب المحاسبى واسلوب التدفقات • ويرجع ذلك لأن المقاييس المحاسبية تفترض كمية مساوية للدخل يتم اكتسابها كل سنة ، بينما تحدد المقاييس الأخرى مقدار الدخل لكل سنة على أساس رصيد الاستثمار فى أول الفترة •

ويظهر لنا من مثال (٢) أن الاستثمار المبدئى تم استرداده ، وأن النقدية المستردة كانت متاحة للاستثمار فى مشروعات أخرى • خلال السنة الأولى : حدث تدفق داخل قدرة ٥٠٠٠ جنيه ويتكون من ١٤٤٠ جنيه دخل (١٢ ٪ كعائد على الاستثمار الذى يبلغ ١٢٠٠٠ جنيه) ، ٣٥٦٠ جنيه تمثل الاسترداد الجزئى للاستثمار المبدئى • خلال السنة الثالثة : فإن مبلغ ٥٠٠٠ جنيه تتكون من الدخل ٥٣٤ جنيه (١٢ ٪ عائد على الاستثمار الذى يبلغ ٤٤٥٣ جنيه فى بداية السنة الثالثة) ومبلغ ٤٤٦٦ جنيه تمثل الاسترداد الأخير للاستثمار (مبلغ الزيادة ١٣ جنيه تعنى أن المعدل الفعلى كان أكثر قليلا عن ١٢ ٪ ، وحقيقة يبلغ ١٢ ٪ ر ٠٤) •

ويعتبر توقيت التدفقات النقدية ومقدارها من أهم العوامل فى أى من قرارات الأجل الطويل • وعلى سبيل المثال إذا كانت التدفقات النقدية الداخلة الكلية فى مثالنا السابق بقيت ١٥٠٠٠ جنيه ، غير أن توقيتها تغير ليكون : ٤٠٠٠ جنيه فى السنة الأولى ، ٥٠٠٠ جنيه فى السنة الثانية ، ٦٠٠٠ جنيه فى السنة الثانية ، ٦٠٠٠ جنيه فى السنة الثالثة • فإن الاستثمار سوف يحقق عائد أقل من ١٢ ٪ • وفى الحالات الثلاث فإن المقياس المحاسبى للدخل يظهر نفس مجموع الدخل ٣٠٠٠ • وحيث يتغير توقيت التدفقات النقدية ، فإن المقياس المحاسبى للدخل سوف يتغير لكل من السنوات ، ولكنه لن يتغير فى المجموع • أما معدل العائد بالنسبة للمستثمر فسوف يتغير حيث تتغير التدفقات النقدية •

ولكى يكون قرار الاستثمار سليما ، فإنه يجب أن نقدر بدقة مقدار وتوقيت التدفقات النقدية • وبينما يكون توزيع تكاليف الاستثمارات طويلة الأجل ضروريا للمقياس المحاسبى السنوى للدخل ، فإنه لا يكون ملائما لقرارات الاستثمار •

- وتتضمن المقاييس الملائمة ما يلى :

- ١- طريقة للتعرف على القيمة الزمنية للنقود .
- ٢- مقدار وتوقيت التدفقات النقدية الخارجة .
- ٣- مقدار وتوقيت التدفقات النقدية الداخلة .
- ٤- مقياس للقيمة الزمنية للنقود . . أى مقياس معدل العائد .

وسوف نوضح فيما يلى العناصر الأساسية فى عملية التقييم والتي يجب تحديد التدفقات النقدية المترتبة عليها .

أ- الاستثمار المبدئى : عادة ما يتطلب الحصول على الامكانيات الانتاجية أو الخدمة استثمارات فى الاراضى ، والمباني والمعدات متضمنة الانشاءات . ولكى يتم اعداد التسهيلات والامكانيات للعمل فان هناك نفقات اضافية تكون مطلوبة لتهيئتها ، واعداد الافراد وتدريبهم وتوظيفهم . ولكى يتم تسهيل العمليات فيجب أن يتم الاستثمار فى المخزون وحد أدنى من النقدية . وأخيرا ، اذا بيعت السلع أو الخدمات على الحساب فانه يترتب على ذلك استثمارات فى حسابات العملاء .

وقد تسمح القوانين الضريبية بمعاملة نسبة معينة من التكلفة المبدئية على أنها قابلة للخصم من الوعاء الضريبى ، ويترتب على ذلك الحصول على ميزة ضريبية خلال سنة امتلاك الأصول ومع ذلك لا يتأثر الأساس الذى يقوم عليها احتساب الاهلاك لاغراض الضريبة . والهدف من الاجراء الأول هو خفض الاستثمار فى أصول جديدة بتخفيض تكلفتها . ولكى يستفيد المستثمرين من الخصم فى الزمن (صفر) فيجب أن يكون لدى المستثمر دخل خاضع للضريبة من مصادر أخرى . والخلاصة أن الوفر الضريبى هو نتيجة مباشرة للاستثمار وتعامل على أنها تخفيض فى التدفقات النقدية الخارجة عند بدايتها لاستثمار .

ب- العمليات : فى الواقع ، فان الاجراءات المستخدمة لتقدير المقبوضات والمدفوعات النقدية السنوية يجب أن تكون شبيهة بتلك المستخدمة فى الموازنة التقديرية للنقدية . ويمكن حسابها كما يلى :

$$\begin{array}{rcl}
 \text{المقبوضات النقدية من العمليات} & & \text{جـ} \\
 +++ & & \\
 \text{النفقات النقدية للعمليات} & & +++ \\
 \hline
 \text{= صافى التدفقات النقدية قبل خصم الضرائب} & & \text{+++} \\
 \hline
 \text{على الدخل والاهلاك} & &
 \end{array}$$

جـ	ويكون صافى التدفق النقدى النهائى :
+++	المقبوضات النقدية من العمليات
+++	— النفقات النقدية للعمليات
+++	صافى التدفق النقدى قبل ضرائب الدخل
++	— النفقات النقدية لضرائب الدخل *
+++	صافى التدفق النقدى
==	

* نظرا لأنه يتم خصم الاهلاك لاغراض حساب الضرائب على الدخل ، فان :
النفقات النقدية لضريبة الدخل =

(صافى التدفق النقدى قبل ضرائب الدخل — الاهلاك) x معدل الضريبة .

ويؤدى الاهلاك الى ميزة ضريبية لأنه يخفض صافى المدفوعات النقدية للضريبة ،
ولهذا يفضل كثير من المنشآت استخدام طرق الاهلاك المعجل لاغراض الضريبة مما يترتب
عليه تخفيض مدفوعاتها والافادة من القيمة الزمنية للنقود .

جـ — نتائج تصفية الاستثمار : فى نهاية الحياة الاقتصادية للمشروع قد يتم بيع أى أصول
طبيعية متبقية مقابل قيمة النفاية ، كما يتم استرداد الاستثمار فى رأس المال العامل
(النقدية + المخزون + العملاء) . ويجب اضافة هذه العناصر الى التدفقات النقدية
بعد الضريبة — الخاصة بالسنة الاخيرة .

٣ — نماذج تقييم المشروعات الرأسمالية :

قد يكون من المرغوب فيه أن تستخدم نماذج لتقييم المشروعات الرأسمالية نظرا
لخصائص هذه النماذج والتي تميزها عن غيرها . ومع ذلك فان أيا منها له منافع معينة .
وجميعها يتطلب اعداد تنبؤات بأثر المشروع على التدفقات النقدية وصافى الدخل ،
حتى يمكن للإدارة أن تقيم بموضوعية مدى قبول المشروع . وتقوم التنبؤات اساسا لرقابة
النفقات خلال مرحلة الاستثمار ثم تقييم النتائج اللاحقة .

ويوجد نوعان أساسيان من نماذج تقييم المشروعات الرأسمالية :
نماذج الخصم التى تأخذ فى الاعتبار القيمة الزمنية للنقود ، والاساليب التى لا تستخدم

الخصم فهي لا تأخذ في الاعتبار القيمة الزمنية للنقود . ومع أن هناك اتجاه كبيراً فسي استخدام اساليب الخصم فان الأساليب الأخرى لاتزال شائعة . وقد تستخدم بعض المنشآت نوعين أو أكثر لتقييم الخصائص المختلفة للمشروع .

٣-١- النماذج التي لا تأخذ القيمة الزمنية للنقود في الاعتبار :

٣-١-١- نموذج فترة الاسترداد :

تعبر فترة الاسترداد عن الزمن المطلوب لاسترداد الاستثمار المبدئي في المشروع .
* في حالة التدفقات النقدية السنوية المتساوية :

$$\text{فترة الاسترداد} = \frac{\text{الاستثمار المبدئي}}{\text{التدفق النقدي السنوي}}$$

مثال : قامت شركة النقل السريع بشراء سيارة نقل ركاب نظير مبلغ ٦٠.٠٠٠ جنيه ،
وتقدر الحياة الانتاجية لها بخمس سنوات . وتقدر التدفقات النقدية السنوية
الصافية بمبلغ ٢٠.٠٠٠ جنيه فتكون :

$$\text{فترة الاسترداد} = \frac{٦٠.٠٠٠}{٢٠.٠٠٠} = ٣ \text{ سنوات .}$$

* وإذا كانت التدفقات النقدية غير متساوية ، فان فترة الاسترداد تتحدد على أساس
جميع التدفقات النقدية الواردة الى النقطة التي تكون فيها مساوية للاستثمار المبدئي
مثال : فيما يلي البيانات الخاصة باحد الاستثمارات :

الاستثمار المبدئي				صافي التدفقات النقدية السنوية
القيمة بالجنيه				
٥٠٠٠	٢٠٠٠	١٠٠٠	٤٠٠٠	١٠٠٠
	السنة الاولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة

الحل : نلاحظ أنه بعد سنتين يكون قد تم استرداد مبلغ ٣٠٠٠ جنيه، ويكون الباقي بدون
استرداد ٢٠٠٠ جنيه، فتكون فترة الاسترداد هي سنتان ونصف سنة . لأن التدفقات
في السنة الثالثة ٤٠٠٠ جنيه، ويتحدد فترة الاسترداد حينما يتم الحصول على نصف
المقدار .

* وبينما تأخذ طريقة فترة الاسترداد في الاعتبار صافي التدفقات الداخلة من العمليات فقط، نجد أنه في بعض الحالات يتوفر ضمان للتخلص من الأصل بقيمة معينة وخلال فترة معينة في الزمن . ولتوضيح ذلك نضرب المثال التالي :

بلغت قيمة الاستثمار المبدئي ٥٠.٠٠٠ ر.جنيه ، وصافي التدفقات النقدية الـ... الواردة ٢٠.٠٠٠ ر.جنيه ، ١٥.٠٠٠ ر.جنيه ، ٣٠.٠٠٠ ر.جنيه ، ١٨.٠٠٠ ر.جنيه على التوالي . وإذا كان يمكن التخلص من الأصل خلال أي وقت من السنتين الأولى والثانية نظير مبلغ ٣٠.٠٠٠ ر.جنيه فان عامل الضمان اللازم يكون سنة واحدة ، لأنه سوف يمكن استرداد قيمة الاستثمار المبدئي بعدها ٢٠.٠٠٠ تدفقات السنة الأولى + ٣٠.٠٠٠ القيمة التي يمكن استردادها عند التخلص من الأصل . وإذا كان يمكن التخلص من الأصل نظير مبلغ ٢٢.٥٠٠ ر.جنيه خلال نفس السنتين فان عامل الضمان يكون سنة ونصف .

٢٠.٠٠٠ تدفقات السنة الأولى + ٧.٥٠٠ تدفقات نصف السنة الثانية

+ ٢٢.٥٠٠ القيمة التي يمكن استردادها عند التخلص من الأصل .

تقييم : لقد ظل استخدام فترة الاسترداد في تقييم الاستثمار مقبولا خلال فترة طويلة من الزمن ، فهي سهلة الاستخدام والفهم . كما أن المشروعات التي تكون فترة استردادها قصيرة تكون مرغوبة جدا في عالم يسوده عدم التأكد . ومن ناحية أخرى ، فان استخدامها كمعيار وحيد للتقييم يواجه نقدين أساسيين :

١- أنها تهمل الربحية . ٢- أنها تهمل توقيت التدفقات النقدية خلال فترة الاسترداد . وتوضح النقطة الأولى باستعراض بيانات المشروعات (س) ، (ص) :

المشروع	الاستثمار	صافي التدفقات النقدية خلال حياة المشروع (جنيه) :
س	١٠٠.٠٠٠	٥٠.٠٠٠ (١) ٥٠.٠٠٠ (٢) ٥٠.٠٠٠ (٣) ٥٠.٠٠٠ (٤) ٥٠.٠٠٠ (٥)
ص	١٠٠.٠٠٠	٥٠.٠٠٠ ٥٠.٠٠٠ ٥٠.٠٠٠ ٥٠.٠٠٠ ٥٠.٠٠٠

نجد أن كلا المشروعين لهما نفس فترة الاسترداد (سنتان) ومع ذلك نجد أن المشروع (ص) مرغوبا بدرجة أكبر لأنه يستمر في امداد تدفقات نقدية صافية بعد فترة الاسترداد ، وهذا يعني أن فترة الاسترداد تهمل عامل الربحية عندما يقيم المشروعين على أنهما متساويين

نظرا لتساوى فترة الاسترداد لكل منهما بالآخر .

* ومن ناحية أخرى ، نفترض أن لدينا المشروعين (ك) ، (ل) وبياناتهما كما يلي :

المشروع الاستثمار المبدئى (١) (٢) (٣) (٤) (٥)
صافى التدفقات النقدية خلال حياة المشروع (جنيه)

ك ٢٠٠.٠٠٠ ٤٠.٠٠٠ ٦٠.٠٠٠ ١٠٠.٠٠٠ ٦٠.٠٠٠ ٤٠.٠٠٠

ل ٢٠٠.٠٠٠ ١٠٠.٠٠٠ ٦٠.٠٠٠ ٤٠.٠٠٠ ٦٠.٠٠٠ ٤٠.٠٠٠

نجد أن فترة الاسترداد لكل من المشروعين ثلاث سنوات ، ومع ذلك فإن المشروع (ل) يفضل عن المشروع (ك) لأنه يمدنا بتدفقات نقدية تحقق استردادا مبكرا لمعظم الاستثمار المبدئى . ويمكن استثمارها ولو فى سندات حكومية . وهذا يعنى أن طريقة فترة الاسترداد تهمل توقيت التدفقات النقدية خلال فترة الاسترداد .

٣-١-٢- نموذج معدل العائد المحاسبى :

يرتبط معدل العائد المحاسبى بمقاييس الأداء التى تستخدم فى تقييم الربحية مقاسة بصافى الدخل . ومضمونها هذا النموذج أننا نقسم متوسط الزيادة السنوية فى صافى الدخل الناتج من المشروع على الاستثمار المبدئى أو متوسط الاستثمار فى المشروع .

* معدل العائد المحاسبى على الاستثمار المبدئى =

متوسط الزيادة فى صافى الدخل السنوى ÷ الاستثمار المبدئى .

* معدل العائد المحاسبى على متوسط الاستثمار =

متوسط الزيادة فى صافى الدخل السنوى ÷ متوسط الاستثمار المبدئى .

وفى حساب معدل العائد المحاسبى علينا أن نتذكر أن الأهلاك يؤدى الى اظهار صافى الدخل السنوى بأقل من صافى التدفقات النقدية .

مثال : يبلغ الاستثمار المبدئى ١٠٠.٠٠٠ جنيه ، الحياة الإنتاجية ٥ سنوات ، صافى التدفقات النقدية السنوية : ٣٥.٠٠٠ ، ٤٠.٠٠٠ ، ٣٠.٠٠٠ ، ٥٠.٠٠٠ ، ٢٠.٠٠٠

على التوالى ، وقيمة الخردة صفر .

* متوسط صافى التدفقات النقدية الواردة =

٣٥.٠٠٠ + ٤٠.٠٠٠ + ٣٠.٠٠٠ + ٥٠.٠٠٠ + ٢٠.٠٠٠ = ٣٥.٠٠٠ جنيهه

• ناقصا - الاهلاك السنوى : $100,000 + 5 = 20,000$ جنيه

متوسط الزيادة فى صافى الدخل = $35,000 - 20,000 = 15,000$ جنيه

$$(1) \text{ معدل العائد المحاسبى على الاستثمار المبدئى } = \frac{15,000}{100,000} = 15\%$$

$$(2) \text{ معدل العائد المحاسبى على متوسط استثمار المبدئى } = \frac{15,000}{50,000} = 30\%$$

حيث : متوسط الاستثمار المبدئى = $100,000 \div 2 = 50,000$

لاحظ أنه عندما يكون هناك قيمة للخردة فى نهاية حياة المشروع فسوف تكون الزيادة فى صافى الدخل المحاسبى أكبر ، وأيضاً يزيد متوسط الاستثمار المبدئى .

حاول تحقيق هذه العبارة بافتراض أن قيمة الخردة 10,000 جنيه فى المثال السابق .

تقييم : بينما يقدم معدل العائد المحاسبى مقياساً للربحية ، فإنه لا يأخذ فى الاعتبار توقيت التدفقات النقدية . ويترتب على ذلك أننا نجد أن مشروعين يحققان نفس معدل العائد المحاسبى بينما يكون أحدهما مفضلاً عن الآخر من وجهة نظر القيمة الزمنية للنقود . ولتأخذ على سبيل المثال البيانات التالية :

المشروع	الاستثمار المبدئى	صافى التدفقات السنوية (جنيه)	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	أجمالاً
(م)	100,000	55,000	55,000	55,000	55,000	55,000	220,000
(ن)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	220,000

معدل العائد المحاسبى = $\frac{\text{متوسط صافى التدفقات النقدية - الاهلاك السنوى}}{\text{الاستثمار المبدئى}}$

المشروع (م) :

متوسط صافى التدفقات السنوية الداخلية : 55,000 جنيه (متساوية سنوياً)

الاهلاك السنوى = تكلفة الأصل + سنوات الحياة الإنتاجية

$$100,000 + 4 = 25,000 \text{ جنيه}$$

$$\therefore \text{ معدل العائد المحاسبى للمشروع (م) } = \frac{55,000 - 25,000}{100,000} = 30\%$$

وبحساب نفس العناصر للمشروع (ن) نجد أن :

$$\text{معدل العائد المحاسبي للمشروع (ن)} = \frac{٥٥٠٠٠ - ٢٥٠٠٠}{١٠٠٠٠٠} = ٣٠\%$$

وبالرغم من تساوى معدل العائد لكل منها بالآخر ، الا أننا نفضل بالطبع المشروع (ن) من وجهة نظر القيمة الزمنية للنقود ، حيث يتم استرداد معظم الاستثمار المبدئي خلال سنتين ويتيح بذلك فرص استغلال مربحة لها .

وعندما يفضل استخدام معدل العائد المحاسبي فقد يكون السبب في ذلك هو استخدام المعيار الذى يعطى الاداء الكلى للمنشأة . وبينما يكون استخدام هذا المعدل كأداة قيمة يستخدمها المهتمون خارج المنشأة /الذين لا تتوفر لهم معلومات أفضل ، فان استخدامه الداخلى يكون موضع تساؤل . وإذا كان يجب تقدير التدفقات النقدية السنوية لأعداد اقتراحات المشروعات ، فان نفس التقديرات السنوية يمكن استخدامها كأساس لتقييم الأداء .

٣-٢ نماذج الخصم (التى تأخذ القيمة الزمنية للنقود فى الاعتبار):

توجد ثلاثة نماذج تقابل قاعدة القرار فى المدى الطويل ، وتختلف فى طريقة تطبيق قاعدة القرارات طويلة الأجل . الأول هو معدل العائد الداخلى الذى يحدد معدل الفائدة الذى يتحقق فعلا من كل من فرص الاستثمار . وإذا كانت الأموال متاحة فانه يمكن تنفيذ كل المشروعات التى تقابل احتياجات معيار القرار (الحد الأدنى المعدل العائد) . وعندما يكون هناك قصور فى الأموال المتاحة ، فمن الضروري أن تقسم المشاريع وأن نقوم بترتيبها . والنموذج الثانى هو صافى القيمة الحالية ، والثالث هو معدل المنافع المخصوصة / التكاليف المخصوصة ، ويطبقان معدل خصم مرغوب أو محدد مسبقا بالنسبة للتدفقات النقدية ، مما يسمح بتوفير مقياس للبدائل على أساس صافى القيمة الحالية أو معدل المنافع المخصوصة / التكاليف المخصوصة .

٣-٢-١ - معدل العائد الداخلى :

يعبر معدل العائد الداخلى لمشروع ما عن معدل الخصم الذى يحقق خلال الزمن تساوى التدفقات النقدية الداخلة بالاستثمار المبدئى . وقد يوصف أحيانا بأنه أقصى سعر للفائدة يمكن أن تدفعه المنشأة للأموال المستثمرة فى مشروع ما دون أن تخسر أى نقود .

وفى تحديد معدل العائد الداخلى ثان الاستثمار المبدئى والتدفقات النقدية اللاحقة وسنوات الحياة المقدرة تكون معروفة ، والمشكلة هى تحديد معدل العائد . وقد تكون التدفقات النقدية متساوية أو غير متساوية . وتوضح الأمثلة التالية كيفية تحديد معدل العائد الداخلى .

مثال (١) : يتكلف إنشاء إحدى الآلات ٣٩٩٣ جنيه ويمكن تحقيق إيرادات سنوية تعادل ١٠٠٠ جنيه فى كل من سنوات حياتها الاقتصادية الخمس ، ولا يتوقع أن يكون لنفايتها قيمة بعد ذلك .

نجد أن التدفقات الداخلة سنويا متساوية ، لذلك نحدد المعامل وهو عبارة عن القيمة الحالية لدفعة قدرها جنيه تستحق لمدة ٥ سنوات .

$$\text{المعامل} = ٣٩٩٣ \div ١٠٠٠ = ٣.٩٩٣$$

أصبح معلوما لنا الفترة ، القيمة الحالية للدفعة . ثم نبحث فى جداول القيمة الحالية فى صف الخمس سنوات عن رقم ٣.٩٩٣ نجد أنه يقع تحت معدل ٨ % .
 • معدل العائد الداخلى = ٨ %

وهو المعدل الذى يجعل التدفقات الداخلة مساوية تماما للاستثمار المبدئى كما يظهر من

الجدول التالى :			
السنة	المقدار	المعامل ٨ %	القيمة الحالية
٠	(٣٩٩٣)	١	(٣٩٩٣)
١	١٠٠٠	٠.٩٢٦	٩٢٦
٢	١٠٠٠	٠.٨٥٧	٨٥٧
٣	١٠٠٠	٠.٧٩٤	٧٩٤
٤	١٠٠٠	٠.٧٣٥	٧٣٥
٥	١٠٠٠	٠.٦٨١	٦٨١
			<u>صفر</u>

مثال (٢) : تبلغ تكلفة الاستثمار ١٨٠٠٠ جنيه والحياة الاقتصادية المقدرة بثلاثة سنوات ،
وتتحقق خلالها تدفقات نقدية داخلية مقدارها ٨٠٠٠ جنيه ، ٦٠٠٠ جنيه
و ١٠٠٠٠ جنيه على التوالي . والمطلوب : تحديد معدل العائد الداخلى .
الحل : تحديد معدل العائد الداخلى فى حالة التدفقات النقدية غير المتساوية :

* بافتراض م.ع.د = ٢٠ %			
ن	ز	ال	م
(٣)	(٢)	(١)	صفر
ج	ج	ج	ج
١٠٠٠	٦٠٠	٨٠٠٠	(١٨٠٠٠)
٠.٥٧٨٧	٠.٦٩٤٤	٠.٨٣٣٣	القيمة الحالية للجنيه
٥٧٨٧	٤١٦٦.٤	٦٦٦٦.٤	١٦٦١٩.٨
			القيمة الحالية
			صافي القيمة الحالية (١٣٨٠.٢)

* ونظرا لأن القيمة الحالية لصافي التدفقات النقدية الداخلة أقل من الاستثمار المبدئى ،
فان معدل العائد الداخلى يكون أقل من ٢٠ % .

* ونجد أن القيمة الحالية لصافي التدفقات الداخلة أكثر من الاستثمار المبدئى ، ولذلك
فان معدل العائد الداخلى يكون أقل من ٢٠ % .

* بافتراض م.ع.د = ١٦ %			
ن	ز	ال	م
(٣)	(٢)	(١)	صفر
ج	ج	ج	ج
١٠٠٠٠	٦٠٠٠	٨٠٠٠	(١٨٠٠٠)
٠.٦٤٠٧	٠.٧٤٣٢	٠.٨٦٢١	القيمة الحالية للجنيه
٦٤٠٧	٤٤٥٩.٢	٦٨٩٦.٨	١٧٧٦٣.٠
			القيمة الحالية
			صافي القيمة الحالية (٢٣٧)

وبينما لا زال هناك اختلاف بين القيمة الحالية لصافي التدفقات النقدية الداخلة والاستثمار المبدئي، فإنهما قد تقاربا كثيرا عن المحاولتين السابقتين .
ويمكن أن تستخدم المعدلات السابقة وعلاقتها بالقيمة الحالية لتحديد معدل العائد المطلوب :
| ولما كان معدل ١٦% يظهر صافي قيمة حالية سالبة ، .
العائد الداخلى سوف يكون أقل قليلا من ١٦% نظرا لصغر صافي القيمة الحالية السالبة نسبيا ، ويمكن أن تجرى المقارنات التالية :

القيمة الحالية المعدل القيمة الحالية	المعدل المطلوب
١٧٧٦٣ ١٨٠٠٠ ١٦%	
١٦٦١٩,٨ ١٧٧٦٣ ٢٠%	١٦%
١١٤٣,٢ ٢٣٧ ٤%	الفرق (س)

$$\begin{aligned} & ٤\% \text{ تعادل } ١١٤٣,٢ \\ & \therefore \text{س تعادل } ٢٣٧ \\ & \therefore \text{المعدل} = ١٦\% - \text{س} = \frac{٢٣٧}{١١٤٣,٢} = ١٥,٨\% \end{aligned}$$

ولقد كان تخميننا لمعدل العائد بعيدا عن الواقع حينما افترضنا أنه ٢٠% ثم ١٦% ،
ويمكن الاستعانة ببعض الطرق للتعرف على أقرب رقم لمعدل العائد الداخلى . وعلى سبيل المثال ، يمكن الاستعانة بمثل الجدول التالى :

جدول يوضح العلاقة بين معدل العائد الداخلى وفترة الاسترداد وسنوات الحياة الانتاجية للأصل : (١)

حياة المشروع سنة	فترة الاسترداد : ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠	معدل العائد الداخلى % :
٤	١٣	٠
٥	٢٠	٨
٦	٢٤	١٣
٧	٢٧	١٨
٨	٢٩	١٩
٩	٣٠	٢٠
١٠	٣١	٢١
١٥	٣٣	٢٤
٢٠	٣٣	٢٥
٢٥	٣٣	٢٥
٣٠	٣٣	٢٥

(١) المصدر : Ronald M. Copeland & Paul E. Dascher, Op.cit., p-520.

٣-٢-٢- نموذج صافى القيمة الحالية :

يعبر صافى القيمة الحالية لاستثمار معين عن الفرق بين القيمة الحالية للتدفقات النقدية المستقبلية الداخلة ، والقيمة الحالية للتدفقات النقدية المستقبلية الخارجة . ويتم خصم كل التدفقات النقدية الداخلة والخارجة الى قيمتها الحالية باستخدام معدل خصم محدد مقدما . وحينما يكون صافى القيمة الحالية مساويا (صفر) (التدفقات النقدية الداخلة المخصصة = التدفقات النقدية الخارجة المخصصة) ، فان الاستثمار سوف يحقق معدل عائد داخلى مساو للمعدل الأدنى المحدد مقدما . واذا كان صافى القيمة الحالية موجبا (التدفقات النقدية الداخلة المخصصة > التدفقات النقدية الخارجة المخصصة) ، فان الاستثمار سوف يحقق معدل عائد داخلى أعلى من المعدل المحدد مقدما . واذا كان صافى القيمة الحالية سالبا (التدفقات النقدية الداخلة المخصصة < التدفقات النقدية الخارجة المخصصة) فان الاستثمار سوف يحقق معدل عائد أقل من المعدل المرغوب المحدد مقدما .

خطوات تطبيق نموذج صافى القيمة الحالية فى مقارنة المشروعات الاستثمارية :

- ١- حدد مقدار وتوقيت التدفقات النقدية الداخلة والخارجة .
- ٢- عين سعر الخصم المعادل لتفضيل القيمة الزمنية .
- ٣- احسب القيمة الحالية لكل من التدفقات الداخلة والخارجة .
- ٤- اجمع القيمة الحالية لكل التدفقات النقدية الموجبة والسالبة .
- ٥- كرر الخطوات لكل من فرص الاستثمار (البدائل) .
- ٦- اختر ذلك البدئ الذى يحقق أعلى صافى قيمة حالية موجبة . ومن الجدير بالذكر أن صافى القيمة الحالية السالبة تعنى أن الاستثمار لن يحقق عوائد كافية لتعويض المستثمر عن تخضيله للقيمة الزمنية للنقود ، ومن ثم فانه يقرر ألا يستثمر مطلقا .

مثال (١) : اقتراحان استثماريان (أ) ، (ب) فيما يلى ببيانات كل منهما :

الاقتراح الاستثمار المبدئى					التدفقات النقدية الداخلة			
		(١)	(٢)	(٣)	(٤)			
(أ)	١٠٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٤٠٠			
(ب)	١٠٠٠	٧٠٠	٥٠٠	٢٠٠	١٠٠			

ويبلغ معدل التفضيل الزمنى ١٠% .

الحل : لكي تحدد قبول أى من المشروعين فأننا نحسب صافى القيمة الحالية لكل منهما .

* من جداول القيمة الحالية نتعرف على القيمة الحالية للجنيه خلال كل من السنوات الأربع التى تمثل العمر الاقصادى لكل منهما ، وتبلغ هذه القيمة ٠.٩٠٩ ر. ، ٠.٨٢٦ ر. ، ٠.٧٥١ ر. ، ٠.٦٨٣ ر. نحصل عليها من الجداول المعدة لذلك .

* ثم نجرى بقية الخطوات خلال الجداول التالية :

الاستثمار (أ) :

السنة	المقدار	معامل الخصم	القيمة الحالية
(الآن)	(١٠٠٠)	١.٠٠	(١٠٠٠)
١	١٠٠	٠.٩٠٩	٩٠.٩
٢	١٠٠	٠.٨٢٦	٨٢.٦
٣	١٠٠	٠.٧٥١	٧٥.٦
٤	١٤٠٠	٠.٦٨٣	٩٥٦.٠
مجموع التدفقات الداخلة	١٧٠٠		١٢٠٥
صافى	٧٠٠		٢٠٥

الاستثمار (ب) :

السنة	المقدار	معامل الخصم	القيمة الحالية
٠	(١٠٠٠)	١.٠٠	(١٠٠٠)
١	٧٠٠	٠.٩٠٩	٦٣٦
٢	٥٠٠	٠.٨٢٦	٤١٣
٣	٢٠٠	٠.٧٥١	١٥٠
٤	١٠٠	٠.٦٨٣	٦٨
مجموع التدفقات الداخلة	١٥٠٠		١٢٦٧
صافى	٥٠٠		٢٦٧

توضح هذه الجداول القيمة الحالية المخصوصة لجميع التدفقات خلال السنوات الأربع .

ويظهر لنا أن الاستثمار (ب) يحقق صافي قيمة حالية أعلى . كما يلاحظ أنه تم خصم التدفقات النقدية الخارجة الأولية من التدفقات النقدية الداخلة اللاحقة . وهذا السبب في تسمية هذا النموذج " نموذج صافي القيمة الحالية " . ولاحظ أن الاستثمار (ب) هو المشروع الأفضل ، لأنه يحقق صافي قيمة حالية أعلى إذا ما أخذنا القيمة الزمنية للنقود في الاعتبار ، وذلك مع أن الاستثمار (أ) يحقق إيرادا كليا أعلى بمقدار ٢٠٠ جنيه . ولكن المستثمر الذي يعطى قيمة زمنية للنقود ١٠٪ سوف يفضل المشروع (ب) على المشروع (أ) . وإذا لاحظنا بيانات الاستثمار (ب) نجد أن مبلغ ٥٠٠ جنيه يعبر عن الفرق المستقبل الحقيقي بين التدفقات الداخلة والتدفقات الخارجة . ولكن المستثمر الذي يعطى تفضيل زمني ١٠٪ ينظر إلى هذا المبلغ على أنه يعادل ٢٦٢ جنيه ، وهي التي تعبر عن الفرق الحاضر . والفرق المستقبل الحقيقي يكون ملائما فقط لهؤلاء المستثمرين الذين لا يعطون تفضيلا زمنيا للنقود . كما أن المستثمر الذي يعطى تفضيلا زمنيا قدره ١٠٪ ، يطلب ٢٣٣ جنيه (٥٠٠ - ٢٦٢) لتعويضه عن فرص المكاسب البديلة ، الخطر ، والتضخم ، وأيضا العناصر الأخرى لتفضيله الزمن للنقود .

مثال (٢) : تقوم إحدى الشركات بدراسة إنشاء تسهيلات جديدة ، وتقدر الحياة الاقتصادية بخمس سنوات ، ويبلغ الاستثمار المبدئي بمبلغ ١٠٠٠٠٠ جنيه في أصول ثابتة ، ٢٠٠٠٠ جنيه في رأس المال العامل . وتقدر قيمة النفاية المتخلفة عن الأصول الثابتة بمبلغ ١٠٠٠٠ جنيه ، وتقدر المقبوضات السنوية ١٢٠٠٠٠ جنيه ، كما تبلغ المدفوعات السنوية ٨٠٠٠٠ جنيه ، ويبلغ معدل الضريبة ٤٨٪ ، وبحسب الاهلاك على أساس جزئي من مجموع أرقام لسنوات (لا غرض الضريبة) . كما تبلغ تكلفة رأس المال ١٢٪ . والمطلوب : تحديد صافي القيمة الحالية .

ال	ز	ن			
صفر	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)
جـ	جـ	جـ	جـ	جـ	جـ
الاستثمار المبدئي:					
أصول ثابتة					
(١٠٠.٠٠٠)					
رأس مال عامل					
(٢٠.٠٠٠)					
العمليات:					
المقبوضات النقدية					
١٢٠.٠٠٠	١٢٠.٠٠٠	١٢٠.٠٠٠	١٢٠.٠٠٠	١٢٠.٠٠٠	١٢٠.٠٠٠
٨٠.٠٠٠	٨٠.٠٠٠	٨٠.٠٠٠	٨٠.٠٠٠	٨٠.٠٠٠	٨٠.٠٠٠
التدفقات النقدية قبل الضريبة					
٤٠.٠٠٠	٤٠.٠٠٠	٤٠.٠٠٠	٤٠.٠٠٠	٤٠.٠٠٠	٤٠.٠٠٠
(٤٨٠٠)	(٧٨٠)	(١.٥٦٠)	(١.٣٤٤)	(١.٣٣٢)	(١.٣٣٢)
المتدفقات النقدية بعد الضريبة					
٣٥٢٠٠	٣٢٣٢٠	٢٩٤٤٠	٢٦٥٦٠	٢٣٦٨٠	٢٣٦٨٠
بانتها الاستثمار					
أصول ثابتة					
١٠.٠٠٠					
رأس مال عامل					
٢٠.٠٠٠					
القيمة الحالية للجنيه					
٢٥٢٠٠	٣٣٢٠	٢٩٤٤٠	٢٦٥٦٠	٢٣٦٨٠	٢٣٦٨٠
٢٨٩٢٩	٢٩٩٢	٢٧١٨	٢٣٥٥	٢٠٥٢٤	٢٠٥٢٤
٣١٤٣٠	٢٥٧٦٦	٢٠٩٥٥	١٦٨٧٩	١٢٥٤٨٨	١٢٥٤٨٨
القيمة الحالية					
٥٤٨٨					
صافي القيمة الحالية					

* جدول مدفوعات الضرائب

السنوات : (١) (٢) (٣) (٤) (٥)					
التدفقات النقدية من العمليات					
(قبل الضريبة)					
٤٠,٠٠٠	٤٠,٠٠٠	٤٠,٠٠٠	٤٠,٠٠٠	٤٠,٠٠٠	
الاهلاك على اساس قسـط					
(٣٠,٠٠٠)	(٣٤,٠٠٠)	(١٨,٠٠٠)	(١٢,٠٠٠)	(٦,٠٠٠)	
(جزء من مجموع أرقام السنوات)					
١٠,٠٠٠	١٦,٠٠٠	٢٢,٠٠٠	٢٨,٠٠٠	٣٤,٠٠٠	
الدخل الخاضع للضريبة					
٤٨٠٠	٧٦٨٠	١٠٥٦٠	١٣٤٤٠	١٦٣٢٠	
ضريبة الدخل بمعدل ٤٨ %					

ملاحظات على الحل :

(١) حددت أقساط الاهلاك كما يلي :

القيمة القابلة للاهلاك = ١٠٠,٠٠٠ - ١٠,٠٠٠ = ٩٠,٠٠٠ وزعت بنسبة
١ : ٢ : ٣ : ٤ : ٥

(٢) تم استرداد قيمة النفاية ورأس المال العامل في نهاية السنة الخامسة ، ويلاحظ
أن الأرباح الرأسمالية المقدرة تعادل : صفر (القيمة الدفترية ١٠,٠٠٠ جنيه =
القيمة البيعية للخردة) .

(٣) يعتبر المشروع بولاً لأنه يحقق صافي قيمه حاله موجبة قدرها ٥٤٨٨ جنيه ،
ومعنى ذلك أن : معدل العائد $\frac{١٢}{١٠٠} \%$.

تقسيم : توجد بعض الحدود والافتراضات في نموذج القيمة الحالية والتي نتناولها
فيما يلي :

أولاً - يفترض النموذج أن التدفقات النقدية الداخلة أو الخارجة معروفة بالتأكد ، ولذلك
لا يتم معالجة التدفقات غير المنظورة أو التغيرات في توقيت التدفقات ، وإذا ما تم
زيادة معدل التفضيل الزمني ، أو تأجيل التدفقات النقدية الداخلة أو تبكير
التدفقات النقدية الخارجة ، فإن أيًا من هذه الحالات سوف يترتب عليها نقص

فى القيمة الحالية المخصومة •

ثانياً - يوجد افتراض غير ظاهر مؤداه أن معدل التفضيل الزمنى المستخدم فى بدايية التحليل يظل ثابتا خلال حياة المشروع • ونظرة ولو للحظة الى واقع الحياة تظهر لنا مدى صحة هذا الافتراض ، لاننا فى الواقع نجد تقلبات عديدة لاسعار الفائدة خلال العقد الواحد من الزمن • ومعنى هذا التغير فى أسعار الفائدة أن المستثمر قد يواجه فرصا مختلفة بصورة جوهرية لاستثمار أمواله خلال السنة •

وبالمثل ، تختلف الفرص على مدار الفترات الزمنية الطويلة • وإذا كان لدى متخذ القرار الفائض من الأموال وفرصا محدودة للاستثمار ، فإنه سوف يقبل عوائد متوقعة أقل عن تلك التى يقبلها متخذ القرار الذى يمتلك أموالا محدودة وفرصا غير محدودة للاستثمار متاحة له • وبالإضافة لذلك ، فإن متخذ القرار الذى يمتلك أموالا محدودة ، فرصا غير محدودة للاستثمار سوف يقبل فقط عوائد متوقعة أعلى مما كان يحصل عليها لو كان لديه فائضا أكثر من الأموال المتاحة •

ثالثاً - الافتراض الثالث الذى يقوم عليه نموذج صافى القيمة الحالية أن التدفقات النقدية تحدث فى فترات موزعة بالتساوى ، وطادة فى نهاية السنة • وإذا كانت التدفقات النقدية مقدرة لفترات ٦ شهور فى المستقبل ، فإن النموذج يمكن أن يعدل ليأخذ هذا فى الاعتبار بتخفيض المعدل الى النصف •

وعلى سبيل المثال ، اذا كانت التدفقات النقدية ١٠ر٠٠٠ جنيه فى كل من فترتى الستة شهور الأولى والثانية ومعدل الفائدة المستخدم ٢٠٪ للسنة ، فيمكن خصم ٢٠ر٠٠٠ جنيه بمعدل ٢٠٪ ، مؤديا الى قيمة الحالية مخصومة ١٦ر٦٦٦ جنيه • وبطريقة أكثر تحديدا يمكن أن نخصم مقدار ١٠ر٠٠٠ جنيه بمعدل ١٠٪ لينتج قيمة الحالية ١٧ر٣٥٥ جنيه ، والفرق بين القيمتين المخصومتين يرجع الى العوائد المبكرة •

ومن ناحية أخرى ، اذا أعدت البيانات على أساس شهري ، فإنه يمكن تحديد المعدل الشهري للخصم ، ثم تطبيقه بالنسبة للتدفقات التى لا تخضع للسنوات •

٣-٢-٣ نموذج معدل المنفعة / التكلفة :

يعبر معدل المنفعة / التكلفة لأغراض هذه الدراسة عن العلاقة بين المنافع المخصصة المترتبة على استثمار معين والتكاليف المخصصة المترتبة على هذا الاستثمار . تشمل المنافع التدفقات النقدية الداخلة سواء كانت في شكل زيادة في الإيرادات أو وفورات في التكاليف . وتشمل التكاليف جميع النفقات النقدية التي تلزم للاستثمار المبدئي . وبدلاً من تحديد صافي القيمة الحالية ، فإنه يمكن حساب معدل المنافع المخصصة / التكاليف المخصصة ، ويتم حسابه كما يلي :

$$\text{معدل المنفعة / التكلفة} = \frac{\text{المنافع النقدية المخصصة}}{\text{التكاليف النقدية المخصصة}}$$

مثال : يبلغ الاستثمار المبدئي للمشروع ٢٠٠٠٠ جنيه ، ويقدر العمر الاقتصادي بسنتين يتحقق خلالهما منافع نقدية ١٣٠٠٠ جنيه ، ١٥٠٠٠ جنيه . ويحتسب الاهلاك على أساس القسط الثابت لأغراض الضريبة التي يبلغ سعرها ٤٠٪ ، معدل الخصم ١٠ ٪ . والمطلوب : تحديد معدل المنفعة / التكلفة .

(٢)	(١)	المنافع (الإيرادات النقدية)
جـ ١٥٤٠٠	جـ ١٣٠٠٠	
١٠٠٠٠	١٠٠٠٠	— الاهلاك
<u>٥٤٠٠</u>	<u>٣٠٠٠</u>	
<u>٢١٦٠</u>	<u>١٢٠٠</u>	x الضريبة على الدخل (٤٠ ٪)

التدفقات النقدية بعد الضريبة :

جـ	جـ	المنافع
١٥٤٠٠	١٣٠٠٠	
<u>٢١٦٠</u>	<u>١٢٠٠</u>	— الضريبة
<u>١٣٢٤٠</u>	<u>١١٨٠٠</u>	

القيمة الحالية للتدفقات النقدية الخارجية = (٢٠٠٠٠) x ١٠ = (٢٠٠٠٠)

القيمة الحالية للتدفقات النقدية الداخلية :

السنة الأولى = ١١٨٠٠ x ٩٠٩ ر

السنة الثانية = ١٣٢٤٠ x ٨٢٦ ر

جـ = ١٠٧٢٦

= ١٠٩٣٦

٢١٦٦٢

$$\text{معدل المنفعة/التكلفة} = \frac{\text{المنافع المخصصة (التدفقات النقدية الداخلة المخصصة)}}{\text{التكاليف المخصصة (التدفقات النقدية الخارجة المخصصة)}} =$$

$$= \frac{21662}{20000} = 1.08$$

(سواء ذكرنا أنه معدل المنافع المخصصة إلى التكاليف المخصصة أو معدل المنفعة/التكلفة ، فنحن نعنى في الحالتين استخدام المنافع المخصصة والتكاليف المخصصة في تحديد هذا المعدل)

٣-٢-٤ نموذج فترة الاسترداد على أساس التدفقات المخصصة :

يمكن تطوير طريقة فترة الاسترداد بأن نأخذ في الاعتبار القيمة الزمنية للنقود ، وبالتالي معدل العائد الذي ترغبه المنشأة ، وبذلك يمكن التغلب على واحد من عيوب طريقة فترة الاسترداد التقليدية .

جنيه

مثال : فيما يلي بيان المشروعين م ، ن الذين يتطلب كل منها استثمارات مبدئية ٥٠٠٠

المشروع الاستثمار المبدئي التدفقات النقدية الصافية

ج	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)
(م)	٥٠٠٠	١٠٧٨	١٠٧٨	١٠٧٨	١٠٧٨	١٠٧٨	١٠٧٨
(ن)	٥٠٠٠	١٥٩٠	١٨٠٠	١٧٦٠	١٧٢٠	—	—

ويبلغ الحد الأدنى لمعدل العائد ١٠ % .

فيمكن تحديد فترة استرداد التدفقات المخصصة كما يلي :

المشروع (م) :

السنوات	التدفقات الصافية	معامل الخصم على أساس ١٠ %	القيمة الحالية	فترة استرداد التدفقات المخصصة بالسنوات
١	١٠٧٨	٠.٩٠٩	٩٨٠	١.٠
٢	١٠٧٨	٠.٨٢٦	٨٩٠	١.٠
٣	١٠٧٨	٠.٧٥١	٨١٠	١.٠
٤	١٠٧٨	٠.٦٨٣	٧٣٦	١.٠
٥	١٠٧٨	٠.٦٢١	٦٦٩	١.٠
٦	١٠٧٨	٠.٥٦٤	٦٠٨	١.٠
٧	٥٩٨ (٢)	٠.٥١٣	٣٠٧ (١)	٠.٦ (٣)
المجموع :			٥٠٠٠	٦.٦

ملاحظات :

- (١) يلزم استرداد مبلغ ٣٠٧ جنيه خلال السنة السابعة حتى يكون قد تم استرداد الاستثمار المبدئى وحددت كما يلى :
- $$٥٠٠٠ - (٩٨٠٠ + ٩٨٠ + ٨١٠ + ٧٣٦ + ٦٦٩ + ٦٠٨) = ٣٠٧ \text{ جنيه}$$
- وهى القيمة الحالية لتدفقات لم يتم استردادها خلال الاربع سنوات .
- (٢) لتحديد القيمة الاصلية لمبلغ ٣٠٧ جنيه :
- $$٣٠٧ \div ٠.٥١٣ = (\text{معامل الخصم}) = ٥٩٨ \text{ جنيه}$$
- (٣) الفترة اللازمة لاسترداد بقيمة استثمار المبدئى = $٥٩٨ \div ١٠٧٨ = ٠.٥٥$ تقريبا
- وقد لاحظنا أنه فى السنة السابعة نحتاج الى ٣٠٧ جنيه للوصول الى قيمة الاستثمار المبدئى ٥٠٠٠ جنيه .

المشروع (ن) :

السنة	التدفقات النقدية	معامل الخصم على أساس ١٠ %	القيمة الحالية	فترة الاسترداد على أساس التدفقات المخصصة (سنة)
١	١٥٩٠	٠.٩٠٩	١٤٤٥	١
٢	١٨٠٠	٠.٨٢٦	١٤٨٧	٢
٣	١٧٦٠	٠.٧٥١	١٣٢٢	٣
٤	١٠٩٢ (٢)	٠.٦٨٣	٧٤٦ (١)	٦ (٣)

ملاحظات :

- (١) نحتاج فى السنة الرابعة الى مبلغ ٧٤٦ جنيه فقط للوصول الى الاستثمار المبدئى .
- $$٥٠٠٠ - (١٤٤٥ + ١٤٨٧ + ١٣٢٢) = ٧٤٦ \text{ جنيه}$$
- (٢) التدفقات الاصلية المعادلة لمبلغ ٧٤٦ جنيه
- $$= ٧٤٦ \div ٠.٦٨٣ = ١٠٩٢ \text{ جنيه}$$
- (٣) الفترة اللازمة فى السنة الرابعة لاسترداد بقية الاستثمار المبدئى
- $$= ١٠٩٢ \div ١٧٢٠ = ٠.٦٣ \text{ سنة}$$
- وتستخدم فترة الاسترداد على أساس التدفقات المخصصة مع طريقة صافى القيمة الحالية، أو طريقة معدل العائد الداخلى لتحديد الجاذبية النسبية للمشروع . وأرجو أن يتذكر القارئ : أنه اذا تم حساب فترة الاسترداد على أساس التدفقات المخصصة ولم تكف التدفقات المخصصة لاسترداد الاستثمار المبدئى، فان هذا المشروع يكون غير مربح عند معدل العائد المطلوب .

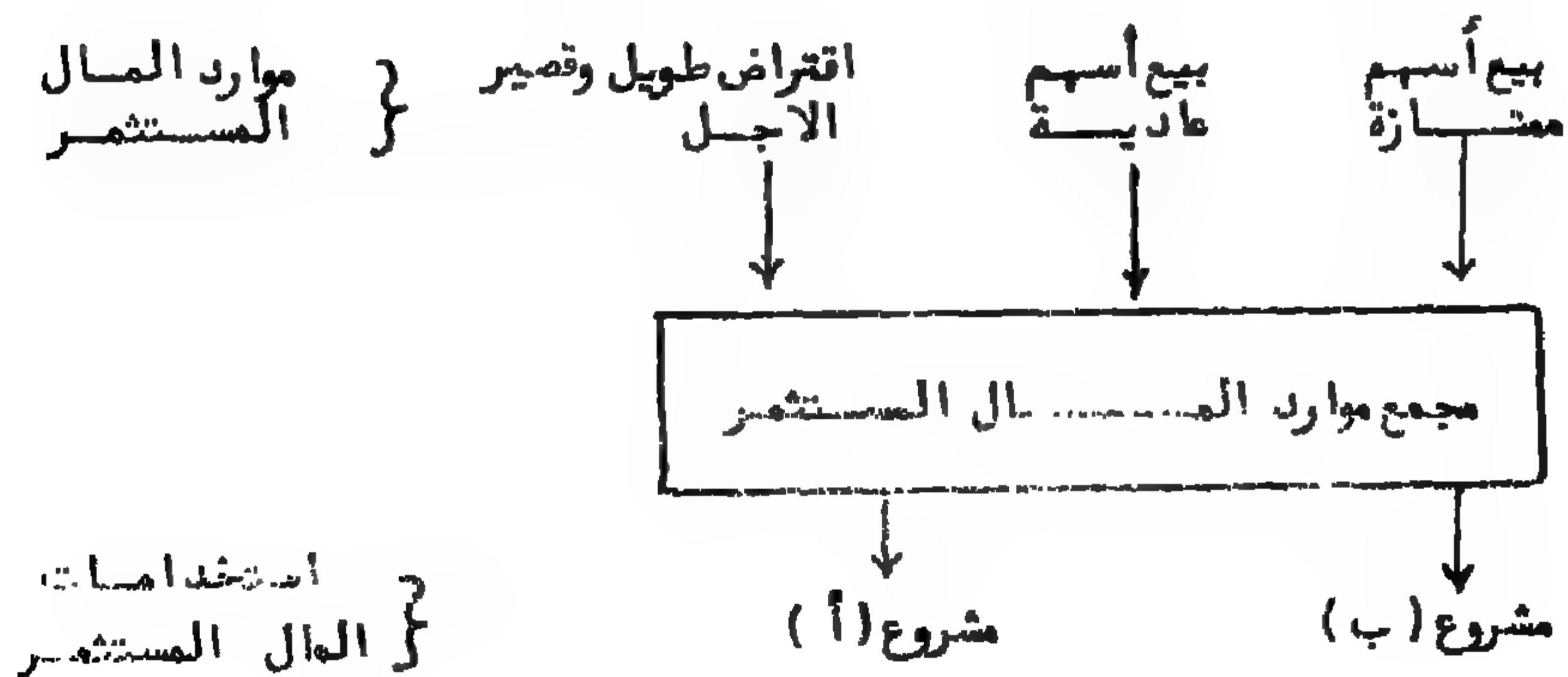
٣-٢-٥- تحديد الحد الأدنى لمعدل العائد :

تناولنا أساليب الخصم التي تمكنا من الحصول على القيمة الحالية ، قياس التدفقات النقدية الداخلة والتدفقات النقدية الخارجة . وفي هذه المناقشات افترضنا أن المنشأة قد اختارت معدل الخصم الصحيح .

وفي الواقع فإنه توجد مقاييس ممكنة كثيرة يمكن استخدامها كمعدل للخصم ، وعلى سبيل المثال ، فهناك معدل خصم على الاستثمارات قصيرة الأجل ، العائد على السندات ، أسعار الفائدة التي تحددها البنوك ، أو المعدل الذي تقتضيه الحكومة . غير أن المنشأة تختار الاستثمارات طويلة الأجل لكي تحافظ على أو تضيف إلى ثروتها . ولذلك فهي تختار مقياس معدل العائد الذي يحقق هذا الهدف . ولهذا يرجع السبب في أن معظم الشركات تستخدم مقياس تكلفة رأس المال الخاصة بها . وإذا حققت الشركة مكاسب تعادل تكلفة الحصول على رأس المال والمحافظة عليه ، فإنها تكون قد حققت هدف المحافظة على الثروة . ويمكن أن تحدد تكلفة رأس المال (من وجهة نظر مستخدم الأموال) ، أو العائد على الاستثمار (من وجهة نظر مقدم الأموال) بالمعادلة العامة الآتية :

$$\text{تكلفة المال المستثمر} = \frac{\text{المدفوعات السنوية للمستثمرين}}{\text{القيمة السوقية للأوراق المالية}}$$

وعادة ما يكون للمنشأة أكثر من مصدر لرأس المال ، وأكثر من استخدام محتمل له .



وتختلف تكلفة المال المستثمر حسب مصادره ، نظرا لأن كل مصدر يتضمن مجموعة مختلفة من الحقوق والامتيازات . فقد يقبل مشتري السندات معدل عائد أقل في مقابل خطر أقل . فهو يتسلم عائدا ثابتا طوال فترة السند ، كما يتسلم قيمته الاسمية عند الاستحقاق . ويتحمل حصة الاسهم العادية معظم الخطر اذا فشلت المنشأة ، واعظم فرص الربح اذا نجحت . ويحصلون على التوزيعات اذا تحقق الربح و أعلن عن التوزيع ، وهم آخر من يتسلم من قيمة الاصول عندما تصفى الشركة .

ويوجد اكثر من مقياس واحد ممكن لكى تقيس المنشأة تكلفة رأس المال . وعلى سبيل المثال ، يكون لدى المنشأة فرصة لاستثمار فى المشروع (ب) ، وفى نفس الوقت قد يوجد قصور فى مجمع موارد رأس المال . وينطوى أحد المداخل على استخدام تكلفة رأس المال من مصدر معين — وليكن اصدار السندات — لكى تحدد جدوى المشروع (ب) . ويعتبر هذا المدخل مضللا . فاذا كانت تكلفة مصدر معين لرأس المال (التكلفة المعينة لرأس المال) تستخدم فى تبرير استثمار معين ، فان المنشأة سوف تكون متحمسة للتوسع فى الاقتراض طويل الأجل ، لأن التكلفة — عادة — تكون أقل من تكلفة المصادر الاخرى للأموال . وكلما زادت القروض طويلة الأجل ، فقد تجد المنشأة نفسها فى موقف أقل ملائمة للاقتراض وبالتالي تفرض عليها معدلات فائدة أعلى ، أى ترتفع تكلفة التمويل . ويقوم مدخل آخر على استخدام تكلفة رأس المال من جميع المصادر ، ونقصد المتوسط المرجح لتكلفة الأموال ، باعتبار الحد الأدنى للعائد المقبول . ويأخذ هذا المتوسط فى الاعتبار كل المصادر المخططة رأس المال . ويتم حسابه كما يلى :

- (١) تحديد التكلفة المعينة للأموال من كلٍّ من المصادر الطويلة الأجل للتمويل .
- (٢) حساب معدل متوسط يرجع تكلفة كل مصدر من مصادر رأس المال على أساس قيمته السوقية . وتستبعد الالتزامات الجارية باعتبارها مقابلة للأصول المتداولة أكثر من كونها جزءا من رأس المال المستثمر . وسنحاول فيما يلى تقديم شرح مبسط للمتوسط المرجح لتكلفة الأموال .

* تكلفة أموال الأسهم العادية :

اذا كانت كل الأرباح تدفع فى صورة قسمة للمساهمين العاديين فإنه يمكن استخدام المعادلة السابقة ، حيث تقسم المدفوعات السنوية على القيمة السوقية للاسهم العادية بـ

لحساب التكلفة المعينة لرأس مال الأسهم العادية • وتختلف سياسة الشركات فى توزيع الأرباح • وعندما يتم الاحتفاظ بالأرباح ، فيجب أن تساعد على نمو المنشأة لكى تكون قادرة على تحقيق توزيعات فى المستقبل • ويمكن حساب التكلفة المعينة لرأس مال الأسهم العادية بإضافة معدل النمو الذى يعبر عن أهداف الإدارة فى تنمية التوزيعات ، وبذلك يكون :

$$ت = \frac{ز}{س} + و$$

حيث :

- ت : تكلفة أموال الاسهم العادية •
 ز : التوزيعات السنوية
 س : القيمة السوقية للأسهم •
 و : المعدل المتوقع لنمو التوزيعات •

مثال : الاسهم العادية ١٠٠٠٠ سهم سعر ١٠ جنيه ، التوزيعات الحالية ١ جنيهه للسهم ، والسعر السوقى للسهم ١٨ جنيه ، وتبلغ الأرباح المحجوزة ٥٠٠٠٠ جنيه • وإذا كان الهدف نمو التوزيعات بمعدل ٨% فإن تكلفة رأس المال تكون كما يلى :

$$ت = \frac{ز}{س} + و = \frac{١}{١٨} + ٠.٠٨ = ٠.٠٥٦ + ٠.٠٨ = ٠.١٣٦ = ١٣.٦\%$$

وإذا كانت هذه التكلفة لرأس المال تمثل الحد الأدنى لمعدل العائد المرغوب ، فمعنى ذلك أن أى استثمار جديد يجب أن يحقق كحد أدنى معدل عائد ١٣.٦% بعد الضريبة، ليفضى تكلفة رأس المال ويحافظ على قيمة الشركة عبر الزمن •

* تكلفة الائتمان طويل الأجل :

افترض هيكل رأس المال التالى :

جنيه	قروض طويلة الأجل (٦% لمدة ٨ سنوات) السعر السوقى ٩٠%
١٠٠.٠٠٠	ويحقق ٨% (.....)
١٠٠.٠٠٠	أسهم عادية
٥٠.٠٠٠	أرباح محجوزة
<u>٢٥٠.٠٠٠</u>	

ت = (١ - ض) ع

حيث ت : تكلفة الاقتراض ، ض : معدل الضريبة ، ع : المعدل الذى يحققه المستثمر على أمواله اذا كان الاستثمار الفعلى بسعر السوق .

$$ت = (١ - ٠.٤٠) ٠.٠٨ = ٠.٠٥٢$$

ويلاحظ انخفاض التكلفة نظرا لان الفوائد على السنوات تعتبر من الأعباء التى يجب—وز خصمها لأغراض الضريبة .

* تكلفة أموال الأسهم الممتازة :

يعطى أصحاب الأسهم الممتازة الحق فى المشاركة فى كل الأرباح مع تفضيلهم على المساهمين العاديين بالنسبة للتوزيعات أو للأصول عند التصفية . وعادة ما تكون التوزيعات محدودة ، وتطبق المعادلة العامة فى قياس تكلفة رأس مال الأسهم الممتازة .
افتراض أن هيكل رأس مال احدى الشركات يتضمن ١٠٠.٠٠٠ جنيه أسهم ممتازة القيمة الاسمية للسهم ١٠٠ جنيه ، والتوزيعات للسهم ٧ جنيه ، وتبلغ القيمة السوقية ٩٠ جنيه . وبذلك تكون تكلفة رأس المال

$$ت = \frac{٧}{٩٠} = ٠.٠٧٨ = ٧.٨\%$$

* متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال :

يمكن الآن أن نحسب متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال باستخدام القيمة السوقية لكل عنصر من عناصر هيكل رأس المال .

مثال :	القيمة السوقية	النسبة	تكلفة رأس المال	متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال
— قروض طويلة الاجل (القيمة السوقية ٩٠٪)	٩٠.٠٠٠	٢٥٪	٤.٨٪	١.٢٪
— الاسهم الممتازة	٩٠.٠٠٠	٢٥٪	٧.٨٪	١.٩٥٪
— الاسهم العادية ١٠.٠٠٠ سهم	١٨٠.٠٠٠	٥٠٪	١٣.٦٪	٦.٨٪
القيمة السوقية ١٨٠ جنيه	٣٦٠.٠٠٠			
				<u>١٠.٠٪</u>
				<u>١٠.٠٪</u>

ويلاحظ أن متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال تنخفض من ١٣ر٦٪ مع الأسهم العادية فقط إلى ١٠٪ حينما تضاف الأسهم الممتازة والاقتراض طويل الأجل . ويترتب على ذلك احتمالات عائد أعلى بالنسبة لحملات الأسهم العادية نتيجة انخفاض تكلفة رأس المال المفترض . وشرح هذه النقطة افترض زيادة الاقتراض طويل الأجل إلى الضعف فيصبح متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال كما يلي :

قروض طويل الاجل	١٨٠.٠٠٠	٤٠٪ × ٤٨ =	١٩٪
أسهم ممتازة	٩٠.٠٠٠	٢٠٪ × ٧٨ =	١٦٪
أسهم عادية	١٨٠.٠٠٠	٤٠٪ × ١٣ر٦ =	٥ر٤٪
	<u>٤٥٠.٠٠٠</u>		<u>٨ر٩٪</u>

* معدل العائد المستهدف :

يجب أن يكون المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال مثلاً لأدنى معدل عائد بالنسبة لجميع قرارات الأجل الطويل . وقد لا يكون استخدام معدل خصم واحد في تحليل الاستثمار ملائماً لجميع المشروعات موضع الاعتبار ، خاصة عند وجود درجات مختلفة من الخطر . وقد يكون أحد الحلول ترتيب المشروعات وفقاً لدرجات الخطر : درجة عالية من الخطر ، أو درجة متوسطة من الخطر ، درجة منخفضة من الخطر . وفي اجراء التبادلات بين الخطر والعائد ، فإن المشروعات عالية الخطر تتطلب عائداً أعلى من عائد المشروعات متوسطة الخطر ، كما أن الأخيرة تتطلب عائداً أعلى مما تحققه المشروعات منخفضة الخطر . ويجب أن تحقق توليفة المشروعات التي تؤخذ في الاعتبار حداً أدنى لمعدل عائد يكون مساوياً لمتوسط التكلفة المرجحة لرأس المال ، اذا كان المنشأة أن تحقق أهدافها في المحافظة على رأس المال بالإضافة إلى معامل للنمو .

٤- بعض مشاكل تطبيق نماذج تقييم المشروعات :

٤-١- اختيار المدخل الملائم لتحليل التكاليف والمنافع :

٤-١-١- مدخل التكاليف الكلية والمنافع الكلية :

يعتبر مدخل التكاليف الكلية أكثر الطرق مرونة وانتشارا ، ونحن بسبيل تحليل صافي القيمة الحالية للمشروعات المتنافسة ، ونحاول شرح هذا المدخل من خلال المثال التالي .

مثال : تقوم إحدى الشركات بتشغيل قوارب نهريية . أصبحت حالة أحداها سيئة ، ويمكن تجديده بتكلفة قدرها ٢٠٠٠٠ ر. جنيه . وسوف يحتاج الأمر إلى إصلاحات أخرى للآلة بعد خمس سنوات من الآن بتكلفة ٨٠٠٠ جنيه ، وسوف يستخدم القارب لمدة عشر سنوات من الآن إذا تم هذا التجديد والإصلاح . وفي نهاية هذه الفترة فإنه يتم تخريده وبيعه مقابل ٥٠٠٠ جنيه . وتبلغ قيمته خردة الآن ٧٠٠٠ جنيه . ويتطلب تشغيله ١٦٠٠٠ جنيه سنويا لكي يحقق إيرادات تبلغ ٢٥٠٠٠ جنيه . أما البديل الثاني المتاح فهو شراء قارب جديد مقابل ٣٦٠٠٠ جنيه . وسوف تكون حياته الإنتاجية ١٠ سنوات ، ولكنه سوف يحتاج إلى إصلاحات بعد ٥ سنوات وتكلف ٢٥٠٠ جنيه . وفي نهاية عشر سنوات تتدر قيمة الخردة بمبلغ ٥٠٠٠ جنيه . ويتطلب تشغيله ١٢٠٠٠ جنيه سنويا ، وتبلغ الإيرادات ٢٥٠٠٠ جنيه سنويا . ويبلغ الحد الأدنى لمعدل العائد المطلوب ١٨ ٪ قبل الضرائب على كل المشروعات الاستثمارية . فهل يجب أن تشتري الشركة القارب الجديد ، أم تقوم بتجديد القديم ؟

الحل : نقوم أولا بإعداد التقديرات الخاصة به . فقاتل من المشروعين :

القارب القديم	القارب الجديد	
جـ	جـ	
٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠	الإيرادات السنوية
١٦٠٠٠	١٢٠٠٠	تكاليف التشغيل النقدية سنويا
٩٠٠٠	١٣٠٠٠	صافي التدفقات النقدية الداخلية سنويا

العنصر	التدفق النقدي رقم السنة المقدار	معامل الخصم على اساس ١٨%	القيمة الحالية للتدفقات النقدية
<u>شراء القارب الجديد :</u>			
الاستثمار المبدئي	الآن	جـ (٣٦٠٠٠)	جـ ٣٦٠٠٠
اصلاح بعد ٥ سنوات	٥	جـ (٢٥٠٠)	جـ (١٠٩٣)
صافي تدفقات نقدية داخلة سنويا .	١٠-١	١٣٠٠٠	٥٨٤٢٢
قيمة خردة القارب القديم	الآن	٧٠٠٠	٧٠٠٠
قيمة خردة القارب الجديد	١٠	٥٠٠٠	٩٥٥
صافي القيمة الحالية			<u>٢٩٢٨٤</u>

<u>الاحتفاظ بالقارب القديم :</u>			
اصلاحات أولية	الآن	جـ (٢٠٠٠٠)	جـ (٢٠٠٠٠)
اصلاحات بعد ٥ سنوات	٥	جـ (٨٠٠٠)	جـ ٣٤٩٦
صافي التدفقات النقدية الداخلة سنويا .	١٠-١	٩٠٠٠	٤٠٤٤٦
قيمة خردة القارب القديم	١٠	٥٠٠٠	٩٥٥
صافي القيمة الحالية			<u>١٧٩٠٥</u>

صافي القيمة الحالية المضافة نتيجة شراء القارب الجديد =

$$٢٩٢٨٤ - ١٧٩٠٥ = ١١٣٧٩ \text{ جنيه}$$

ومن دراسة التحليل السابق نلاحظ مايلي :

- (١) أن جميع التدفقات النقدية الداخلة والخارجة قد تفضنها التحليل في ظل كل من البدائل ، ولم نبذل أى جهد في محاولة فصل التدفقات الملائمة للقرار عن تلك الغير ملائمة . وعندما يتضمن التحليل كل التدفقات النقدية المرتبطة بكل بديل فاننا سوف نسعيه مدخل التكاليف الكلية والمنافع الكلية .

(٢) لاحظ أن رقم صافى القيمة الحالية يحسب لكل من البدلين ، وهذه ميزة محددة للمدخل الكلى ، وبذلك يمكن مقارنة عدد غير محدود من البدائل لتحديد أيهما أكثر ربحية . فإذا كنا أجرينا مقارنة بين بدلين فى المثال السابق ، فإنه يمكن أن تمتد الدراسة لجميع القوارب التى تمتلكها الشركة لحساب صافى القيمة الحالية لكل منها ، ومع ذلك يظل مجال المقارنة مفتوحا لإضافة بدائل أخرى .

وفى مجال مثالنا السابق ، لدينا بديلان وتوضح نتائج التحليل أن البديل الأكثر ربحية هو شراء القارب الجديد .

٤-١-٢- مدخل التغيرات فى التكاليف والمنافع :

حينما نأخذ فى الاعتبار بدلين ، فإن مدخل تغيرات التكاليف والإيرادات يقدم وسيلة أبسط ومباشرة لاتخاذ القرار . وعلى خلاف المدخل الكلى الذى ناقشناه فى النقطة السابقة ، فإن مدخل التغيرات يركز على الإيرادات المتفاضلية والتكاليف المتفاضلية . وينطوى الاجراء على تحديد تلك الإيرادات والتكاليف التى تختلف بين البدلين وتكون هى موضع الاعتبار ، ولذلك يتضمنها تحليل التدفقات النقدية . وإذا طبقنا ذلك على البيانات الخاصة بالمثال السابق، يظهر تحليل التغيرات لاختيار المشروع كما يلى :

العناصر	التدفق النقدى رقم السنة المقدار	معامل الخصم على أساس ١٨ %	القيمة الحالية للتدفقات النقدية
<u>التغيرات فى الاستثمار:</u>			
شراء القارب الجديد	الآن (١٦٠٠٠)	١	(١٦٠٠٠)
الوفرى فى الإصلاحات	٥ ٥٥٠٠	٠.٥٣٧	٢٤٠٣
الزيادة فى صافى التدفقات النقدية السنوية	١٠- ٤٠٠٠	٤ر٤٩٤	١٧٩٧٦
قيمة خردة القارب القديم	الآن ٢٠٠٠	١ر٠٠٠	٢٠٠٠
الفرق فى قيمة الخردة	١٠ ٠٠		٠
صافى القيمة الحالية لقرار شراء القارب الجديد			<u>١١٣٧٩</u>

ونلاحظ ما يلى :

١- يتساوى رقم صافى القيمة الحالية مع مثيلها الذى أظهره التحليل على أساس المدخل الكلى ، وعلينا أن نتوقع ذلك ، لأن المدخلين يمثلان طريقين مختلفين للوصول لنفس النتيجة •

٢- لاحظ أن عناصر الإيرادات والتكاليف فى مدخل التغيرات هى عبارة عن الفسروق الحسابية بين أرقام عناصر كل من البديلين - كما أوردها المدخل الكلى •
وعلى سبيل المثال : فإن مبلغ ١٦٠٠٠ جنيه التى تمثل التغيرات فى الاستثمار هو الفرق بين ٣٦٠٠٠ جنيه ثمن شراء القارب الجديد ، ٢٠٠٠٠ جنيه تكاليف تجديد القارب القديم • وقد تم حساب بقية العناصر بنفس الطريقة •

٤-١-٣- مدخل التكلفة الأدنى :

قد لا تتضمن بعض القرارات لإيرادات بصورة مباشرة ، فإذا كانت إحدى الشركات لا تقوم بتحميل العملاء قيمة خدمات تسليم البضاعة اليهم وأرادت استبدال إحدى اللوريات ، أو منشأة أخرى ترغب فى استبدال سيارات مديرها ، فإنها سوف تبحث عن البدائل الأقل تكلفة • وهذا المعيار لاتخاذ قرارات الاستثمار معروف فى مجال الاستثمار العام • وعندما يستخدم مدخل التكاليف الكلية فإن الاختيار يتناول أقل التكاليف الكلية على أساس القيمة الحالية • وفيما يلى مثال يوضح هذه الفكرة •
مثال : ترغب إحدى الشركات فى استبدال آلة قديمة تستخدم فى تصنيع عدد من المنتجات ، وحاليا تباع فى السوق إحدى الآلات التى تساعد بصورة كبيرة فى تخفيض التكاليف السنوية للتشغيل • وفيما يلى البيانات المرتبطة بالآلة القديمة والآلة الجديدة :

الآلة الجديدة	الآلة القديمة	
٢٥٠٠٠ ر	٢٠٠٠٠ ر	تكلفة شراء الآلة الجديدة
—	٣٠٠٠	قيمة الخردة الآن
٩٠٠٠	١٥٠٠٠	تكاليف التشغيل السنوية
—	٤٠٠٠	تصليحات وتجديدات مطلوبة حالا
٥٠٠٠	—	قيمة الخردة بعد ٦ سنوات
٦ سنوات	٦ سنوات	الحياة الانتاجية المقدرة
		وتبلغ تكلفة رأس المال فى هذه الشركة ١٠٪

١- التحليل على أساس مدخل التكاليف الكلية :

العناصر	التدفق النقدي السنة المقدار	معامل الخصم على أساس ١٠٪	القيمة الحالية للتدفقات النقدية
<u>شراء الآلة الجديدة :</u>			
الاستثمار المبدئي	الآن (٢٥٠٠٠)	١٠٠٠	(٢٥٠٠٠)
قيمة خردة الآلة القديمة	الآن ٣٠٠٠	١٠٠٠	٣٠٠٠
التكاليف النقدية السنوية	١- ٦ ٩٠٠٠	٤٣٥٥	(٢٩١٩٥)
قيمة خردة الآلة الجديدة	٦ ٥٠٠٠	٥٦٤	٢٨٢٠
القيمة الحالية لصافي التدفقات النقدية الخارجية			<u>(٥٧٣٢٥)</u>
<u>الاحتفاظ بالآلة القديمة :</u>			

اصلاحات مطلوبة حالا	الآن (٤٠٠٠)	١٠٠٠	(٤٠٠٠)
تكاليف التشغيل السنوية	١- ٦ (١٥٠٠٠)	٤٣٥٥	(٦٥٣٢٥)
القيمة الحالية لصافي التدفقات النقدية الخارجية			<u>(٦٩٣٢٥)</u>

صافي القيمة الحالية لقرار شراء الآلة الجديدة

$$(٥٨٣٢٥) - (٦٩٣٢٥) = ١٠٩٥٠ \text{ جنيه}$$

وكما يظهر نجد أن شراء الآلة الجديدة يؤدي لأدنى قيمة حالية للتكاليف الكلية .

٢- التحليل على أساس مدخل تغيرات التكاليف :

التغير في الاستثمار نتيجة			
شراء الآلة الجديدة :	الآن (٢١٠٠٠)	١٠٠٠	(٢١٠٠٠)
قيمة خردة الآلة القديمة	الآن ٣٠٠٠	١٠٠٠	٣٠٠٠
وفورات تكاليف التشغيل النقدية السنوية	١- ٦ ٦٠٠٠	٤٣٥٥	٢٦١٣٠
الفرق في قيمة الخردة بعد ٦ سنوات	٦ ٥٠٠٠	٥٦٤	٢٨٢٠
صافي القيمة الحالية نتيجة شراء الآلة الجديدة			<u>١٠٩٥٠</u>

وكما أوضحنا سابقا ، تعكس البيانات الموجودة في تحليل التغيرات الفروق بين

البدائل كما تظهر في مدخل التكاليف الكلية .

٤-٢ — مشاكل القيمة الدفترية وقيمة الخردة وأثر الضرائب :

لكي نشرح أثر الضرائب والقيمة الدفترية ، وقيمة الخردة للآلة الجديدة والقيمة البيعية للآلة القديمة ، نفترض المثال التالي :

الآلة الجديدة : التكلفة ١٨٠٠٠ جنيه ، العمر المقدّر للآلة ١٠ سنوات ، قيمة الخردة ٤٠٠٠ جنيه ، الوفورات السنوية في التكاليف قبل الضرائب ٤٠٠٠ جنيه ، الآلة القديمة : القيمة الدفترية ٣٠٠٠ جنيه ، القيمة البيعية الآن ٢٠٠٠ جنيه ، يمكن أن تستغل الآلة لخمس سنوات أخرى ، ولا يتوقع أى قيمة للخردة بعد ذلك . معدل الضرائب على الدخل ٥٠ % وتطبق بالنسبة للأرباح والخسائر الرأسمالية ٢٥ % .

حينما تكون القيمة البيعية للآلة ٢٠٠٠ جنيه ، فإنها سوف تباع بمبلغ ٢٠٠٠ جنيه ، ويصبح بذلك الاستثمار الأصلي للآلة الجديدة ١٦٠٠٠ جنيه (١٨٠٠٠ - ٢٠٠٠ جنيه) قبل أن نأخذ في الاعتبار أثر الضريبة . وسوف يظهر أثر الضريبة لعملية البيع نتيجة وجود خسارة لعملية البيع قدرها ١٠٠٠ جنيه ، (الفرق بين القيمة الدفترية ٣٠٠٠ جنيه والقيمة البيعية ٢٠٠٠ جنيه) . وتؤدي هذه الخسارة إلى تخفيض مباشر لضريبة الدخل مساوية للخسارة مضروبة في معدل الضريبة . ولذلك يكون الأثر الضريبي للخسارة توفير مبلغ : $1000 \times 25\% = 250$ جنيه . وسوف يصبح مقدار الاستثمار المبدئي في الآلة :

تكلفة الآلة الجديدة		
ج	ج	
١٨٠٠٠	٢٠٠٠	ناقصا : القيمة البيعية للآلة القديمة
		التخفيض الضريبي الناتج
٢٢٥٠	٢٥٠	من خسارة بيع الآلة القديمة
<u>١٥٧٥٠</u>		الاستثمار في الآلة الجديدة

وتتأثر الوفورات السنوية في التكاليف أيضا نتيجة للضرائب ، ولكنها لا تعتمد على وفورات التكاليف قبل الإهلاك ، نظرا لأن الإهلاك من العناصر التي يسمح بخصمها ضرائبيا . ونظرا لأن تكلفة الآلة ١٨٠٠٠ جنيه ، وقيمة الخردة ٤٠٠٠ جنيه ، والعمر المقدّر للآلة ١٠ سنوات فإن قسط الإهلاك السنوي يبلغ ١٤٠٠ جنيه . ومن ناحية أخرى فإن القيمة الدفترية للآلة القديمة ٣٠٠٠ جنيه ، ويمكن أن تعمل ٥ سنوات

أخرى ، وبذلك يكون قسط الاهلاك المقدّر ٣٠٠٠ جنيه ÷ ٥ سنوات = ٦٠٠ جنيه .
وهكذا نجد أن الأثر الضريبي للاهلاك يطبق بالنسبة للآلة القديمة والآلة الجديدة على
السواء ، والنتيجة أن يكون الفرق بين اهلاك الآلة الجديدة واهلاك الآلة القديمة هو
الذى يستخدم فى قرار شراء الآلة الجديدة . ويساوى هذا الفرق :
١٤٠٠ جنيه — ٦٠٠ جنيه = ٨٠٠ جنيه .

ويظهر التحليل التالى الفروق المترتبة على قرار شراء الآلة الجديدة :	
٤٠٠٠	الوفورات السنوية فى التكاليف قبل الاهلاك والضريبة
٨٠٠	الزيادة فى الاهلاك (٦٠٠ — ١٤٠٠)
٣٢٠٠	الوفورات الخاضعة للضريبة
١٦٠٠	الضريبة على الدخل ٥٠ % × ٣٢٠٠ =

وبذلك يكون صافى الوفر السنوى بعد الضريبة = ١٦٠٠ — ٤٠٠٠ = ٢٤٠٠ جنيه
وتختص العمليات السابقة بالخمس سنوات الأولى من حياة الآلة الجديدة ، وبعد هذه
الفترة فلن يكون هناك اهلاك بالنسبة للآلة القديمة . وتكون بيانات السنوات الخمس
التالية كما يلى :

الوفورات السنوية فى التكاليف قبل الاهلاك والضريبة	
٤٠٠٠	التغير فى الاهلاك ١٤٠٠ — ٠
١٤٠٠	الوفورات السنوية بعد خصم الاهلاك
٢٦٠٠	الضريبة بواقع ٥٠ %
١٣٠٠	

وبذلك يكون صافى الوفر السنوى بعد الضريبة ١٣٠٠ — ٤٠٠٠ = ٢٧٠٠ جنيه
وكما ظهر لنا فان القيمة الدفترية للآلة القديمة لا تدخل فى التحليل بأى طريقة سوى
دورها فى حساب الأثر الضريبي للخسارة المترتبة على بيع الآلة القديمة ، وأيضاً عند تحديد
اهلاك الآلة القديمة .

أثر ترحيل الخسائر : قد يتم ترحيل الخسائر لأغراض احتساب الضريبة على الدخل ،
وفى هذه الحالة يمكن الافادة من الوفر الضريبي ، فإذا كان استثمار ما يحقق خسارة

ثم خلال نفس السنة ، اما اذا تم الترحيل للسنة التالية فمعنى ذلك أن تصبح: أرباح السنة الثانية الخاضعة للضريبة $5000 = 3000 - 2000$ جنيه ، وبالتالي تسدد ضريبة مقدارها ٨٠٠ جنيه فقط ($2000 \times 4\%$) . ويعترب على ذلك نقص فى صافى القيمة الحالية نتيجة تأخر تدفق الميزة الضريبية المترتبة على الخسارة .

٤-٣- قرارات الاستثمار وقرارات التمويل :

من العوامل الهامة فى تقييم اقتراحات الاستثمار أن نفصل بين قرارات الاستثمار وقرارات التمويل . واذا لم يتم ذلك ، فقد تختار الادارة نوعا مكلفا من التمويل ، وأنها قد تقبل المشروعات التى لا تقابل معايير الاستثمار التى تطبقها المنشأة . وعادة ما يكون هذا الوضع موجودا حينما تقوم المنشأة بتقييم اقتراح ايجار طويل الأجل (يكون فى هيئة الشراء أو الاستئجار) ، بينما هو فى الواقع يتضمن قرارين مستقلين :

- ١- قبول أو رفض المشروع الاستثمارى .
 - ٢- تمويل الاقتراحات المقبولة ، اما باستخدام الأموال المتولدة داخليا ، أو اصدار أسهم رأس مال ، أو قروض طويلة الأجل أو الاستئجار .
- مثال : تقوم إحدى الشركات بتقييم اقتراح استثمارى يتطلب استثمارا مبدئيا بمبلغ ٦٠٠٠٠ جنيه ، ويقدم تدفقات نقدية ٣٥٠٠٠ جنيه فى نهاية كل من السنوات الأربع التالية . وتبلغ تكلفة رأس المال فى الشركة ١٨ % . ويتحدد صافى القيمة الحالية للمشروع كما يلى :

$\frac{35000}{60000} \times 26901 = 153535$	<p>التدفقات الداخلية</p> <p>الاستثمار المبدئى</p> <p>صافى القيمة الحالية</p>
153535	

وتبعا لهذا التحليل يكون المشروع مقبولا . وقبل أن تقوم المنشأة بانفاق الأموال ، قدم أحد ممثلى شركة أخرى عرضا للشركة الحالية ، يقدم بموجبه كل الامكانيات الضرورية عن طريق الايجار لمدة أربعة سنوات نظير ايجار سنوى قدره ٢٠٠٠٠ جنيه يسدد فى نهاية كل سنة . ويمكن أن تحدد مزايا الاستئجار على أساس العرض المقدم كما يلى :

جـ	التدفقات النقدية السنوية قبل سداد الايجار
٣٥٠٠٠	ناقصا - مدفوعات الايجار
٢٠٠٠٠	التدفقات النقدية السنوية بعد سداد الايجار
١٥٠٠٠	معامل القيمة الحالية على أساس : (٤ سنوات ، ١٨٪)
٢٤٩٠١	صافي القيمة الحالية
٤٠٣٥٢	

مزايا الاستئجار = ٤٠٣٥٢ - ٣٤١٥٣ = ٦١٥٨٥ جنيهه

ويتضح أن قرار التأجير أفضل من قرار الشراء ، على أن هذه ليست هي المقارنة الصحيحة ، فالإيجار هو شكل من أشكال التمويل ، ويجب أن يقارن بالاقتراعات مثل الاقتراض أو إصدار السندات . ويزيد صافي القيمة الحالية لقرار التأجير عن صافي القيمة الحالية لقرار الشراء ، ويرجع ذلك إلى أن معدل الفائدة الذي يتضمنه قرار التأجير أقل من معدل الخصم الذي تطبقه المنشأة . فبينما يبلغ سعر الخصم ١٨٪ ، فإن سعر الفائدة الذي ينطوي عليه الإيجار يبلغ ١٢٪ : (من الجداول نجد أن في صف ٤ سنوات يظهر رقم المعامل ٣ تحت المعدل ١٢٪ وهذا يعني أن سعر الفائدة ١٢٪) . وبعد أن تقرر الإدارة قبول المشروع ، فيجب أن تأخذ التمويل في الاعتبار . ومعدل الفائدة الذي يظهره الإيجار يجب أن يقارن بتكلفة التمويل للبداية الأخرى . فإذا كانت الشركة يمكن أن تقترض من البنك بسعر فائدة ١٠٪ فإن هذا البديل يكون مفضلا على التأجير . ويجب أن لا يتضمن التحليل العبدئي لاقتراحات الاستثمار هذا التحليل .

التحليل مع أخذ الضرائب في الاعتبار :

إذا استخدم الائتمان لتمويل المشروعات المقبولة مسبقا ، فيجب أن يتم تحديد يد أفضل أشكال الائتمان . وبدون أن تأخذ الضرائب في الاعتبار ، يكون القرار سهلا حيث يتم اختيار البديل الذي يتضمن أدنى سعر فائدة . إذا كانت معدلات الفائدة على الاقتراض والتأجير متساوية يكون سواء لدى الإدارة اختيار الاقتراض أو التأجير . ومن ناحية أخرى فإنه في حالة وجود الضرائب على الدخل يصبح الاقتراض مفضلا على الإيجار حتى إذا كان معدل الفائدة على الاقتراض يزيد على معدل الفائدة في حالة الإيجار . ويحدث ذلك بسبب توقيت ومقدار مدفوعات الضرائب . لأن الشراء والاقتراض يسمح بتأجيل

مدفوعات الضرائب خلال تطبيق نظام الإهلاك المعجل • ولكن إذا تم الإيجار، فإنه يمكن خصم مدفوعات الإيجار فقط لأغراض الضرائب •

مثال : افترض أن الشركة التي تناولناها في المثال السابق قد قامت بتقييم واعتماد اقتراح الاستثمار، مع افتراض أن معدل ضريبة الدخل ٤٠ %، وأن الإهلاك يحتسب على أساس جزء من مجموع أرقام السنوات، وأن تكلفة رأس المال — بعد الضريبة ١٨ % وسوف يتم تمويل المشروع إما عن طريق الإيجار، أو الاقتراض بفائدة سنوية ١٤ % وفي ظل الاقتراض فإن أصل القرض سيتم سداؤه على أربعة أقساط كل منها ١٥٠٠٠ جنيه وتسد في نهاية كل سنة • كما يتم سداد الفائدة على الأصل غير المسدد في نهاية السنة أيضا • وفيما يلي نوضح القيمة الحالية لبديلي التأجير والاقتراض •

أ • حالة الاستئجار من الغير :

السنوات (١) — (٤)	
٣٥٠٠٠	التدفقات النقدية السنوية قبل سداد الإيجار والضرائب
(٢٠٠٠)	ناقصا — مدفوعات الإيجار
١٥٠٠٠	التدفقات النقدية السنوية قبل الضرائب
(٦٠٠٠)	الضرائب بواقع ٤٠ %
٩٠٠٠	التدفقات النقدية بعد الضرائب
٢٦٩٠١	× معامل القيمة الحالية (٤ سنوات ، ١٨ %)
<u>٢٤٢١١</u>	صافي القيمة الحالية في حالة الاستئجار

السنوات	ب • حالة الاقتراض :
صفر (١) (٢) (٣) (٤)	
جـ جـ جـ جـ	التدفقات النقدية قبل سداد الفوائد وأصل القروض والضرائب —
٣٥٠٠٠ ٣٥٠٠٠ ٣٥٠٠٠ ٣٥٠٠٠	الفائدة ١٤ % من رصيد أصل القرض
(٨٤٠٠) (٦٣٠٠) (٤٢٠٠) (٢١٠٠)	التدفقات النقدية قبل سداد أصل القروض، والضرائب
٢٦٦٠٠ ٢٨٧٠٠ ٣٠٨٠٠ ٣٢٩٠٠	ناقصا : سداد أصل القرض + الضرائب (١)
(١٥٠٠٠) (١٥٠٠٠) (١٥٠٠٠) (١٥٠٠٠)	صافي التدفقات النقدية
(١٠٤٠) (٤٢٨٠) (٧٥٢٠) (١٠٧٦٠)	معامل القيمة الحالية (١٨ %)
١٠٥٦٠ ٩٤٢٠ ٨٢٨٠ ٧١٤٠	صافي القيمة الحالية
٢٨٤٧٥ ٢٧١٨٢ ٦٠٨٦ ٥١٥٨	
<u>٨٩٥٠</u> <u>٦٧٦٥</u> <u>٥٠٣٩</u> <u>٣٦٨٣</u>	

(١) الصرائب

السنوات				
(١)	(٢)	(٣)	(٤)	
٢٦٦٠٠	٢٨٧٠٠	٣٠٨٠٠	٣٢٩٠٠	التدفقات النقدية قبل سداد أصل القرض وضرائب الدخل
٢٤٠٠٠	١٨٠٠٠	١٢٠٠٠	٦٠٠٠	الاهلاك على أساس جزئ من مجموع أرقام السنوات
٢٦٠٠	١٠٧٠٠	١٨٨٠٠	٢٦٩٠٠	الدخل الخاضع للضريبة
١٠٤٠	٤٢٨٠	٧٥٢٠	١٠٧٦٠	ضريبة الدخل بمعدل ٤٠ %

ويظهر لنا الآن ، أن الاقتراض أفضل من التأجير حتى مع أن مجموع المدفوعات فى حالة الاقتراض ٨١٠٠٠ جنيه (أصل القرض وفوائده) يزيد على مجموع المدفوعات فى حالة التأجير ٨٠٠٠٠ جنيه (٤ سنوات ٢٠٠٠٠ ر. جنيه) . ويمثل ذلك انعكاسا لتوقيت وحجم مدفوعات الضرائب ، والتي بدورها تتأثر بكبر مدفوعات الفوائد ومصرفات الاهلاك فى السنوات الأولى .

وبينما أظهرنا عن قصد - فى المثال السابق - أن الاقتراض كان أفضل - من الاستئجار ، فإن هناك حالات كثيرة يكون فيها الاستئجار أفضل من الشراء والاقتراض أو الشراء بدون تمويل عن طريق الائتمان . فقد يكون سعر الفائدة الذى ينطوى عليه التأجير منخفضا بدرجة جوهرية عما يتاح وفقا لأى بديل آخر . فقد يقدم المـؤـجـر خدمات صيانة بجودة مرتفعة وتكلفة أقل لاقتصاديات الحجم التى يفيد منها .

٤-٤ - الاستثمارات المتعارضة واختلاف النماذج فى ترتيب المشروعات :

تؤدى نماذج صافى القيمة الحالية ومعدل العائد الداخلى الى قبول أو رفض مشروعات معينة حينما تستخدم لتقييم المشروعات المستقلة . وفى حالات أخرى نواجهه بالاختيار بين المشروعات المتعارضة أو اتخاذ القرارات لترشيح رأس المال .

ويقال عن مشروعين أنهما متعارضان إذا كان قبول واحد منهما يترتب عليه رفض الآخر تلقائيا . والمشكلة هى اختبار أفضلهما أم اختيار أكثر من مشروع إذا تعددت الاختيارات وكانت كل الاقتراحات تحقق المعيار الموضوع للاستثمار . وعلى سبيل المثال ، افترض أن احدى الاقسام تدرس شراء آلة رافعة بمخزنها . يوجد العديد من النماذج

المتاحة ، ويظهر التحليل المستقل لأى منها أن الاستثمار مقبول ، غير أنها تحتاج لواحد فقط . ومن ناحية أخرى لوقفاً بترتيب هذه الاقتراحات على أساس صافى القيمة الحالية ، ومعدل العائد الداخلى فقد يوجد تعارض بين النتائج . ويرد هذا التعارض الى اختلافين اساسيين بين نموذج صافى القيمة الحالية ونموذج معدل العائد الداخلى فى ترتيب الاستثمارات المتعارضة :

(١) يبرز نموذج صافى القيمة الحالية الاعتبار الواضح لحجم الاستثمار ، بينما لا يتحقق ذلك عن طريق معدل العائد الداخلى .

(٢) يفترض نماذج صافى القيمة الحالية أن كل التدفقات النقدية اللاحقة يعاد استثمارها بمعدل الخصم . بينما يفترض معدل العائد الداخلى أن كل التدفقات النقدية اللاحقة يعاد استثمارها بمعدل العائد الداخلى للمشروع .

وفيما يلى مناقشة لبعض الجوانب المرتبطة بالاستثمارات المتعارضة ، واختلاف ترتيب المشروعات وفقاً للنماذج المختلفة .

* حجم الاستثمار :

تدرس احدى المنشآت اختيار واحد من مشروعين متعارضين ، وتبلغ تكلفة رأس المال بها ١٢٪ وفيما يلى بيانات المشروعين :

المشروع	الاستثمار المبدئى	صافى التدفقات النقدية
أ	١٠٠٠٠٠	٤٠٠٠٠ جنيه سنوات لمدة ٤ سنوات
ب	٢٨٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠ جنيه " " ٥ سنوات

معدل العائد الداخلى صافى القيمة الحالية (د = ١٢٪)

المعدل	الترتيب	المقدار	الترتيب
أ	٢٢٪	الاول	الثانى
ب	١٦٪	الثانى	الاول

نجد أن معدل العائد الداخلى للمشروعين يفوق معدل القطع ، كما أن صافى القيمة الحالية للمشروعين موجبا عند معدل الخصم . فاذا كان مستقلين فان كلا منهما يكون مقبولا ، ولكنها متعارضان . وبينما تكون ترتيب (أ) الاول على أساس معدل العائد ، فان ترتيبه يكون الثانى على أساس صافى القيمة الحالية . فأيهما تختار ؟

فى هذه الحالة اذا كانت التكلفة الحقيقية لرأس المال ١٢٪ فاننا سوف نختار (ب) .
حيث يترتب على اختيار المشروع (أ) ترك مبلغ ١٨٠٠٠٠ جنيه متاحة للاستثمار فى
أى مجال آخر . وافترض أن هذه الأموال يمكن أن تحقق ١٢٪ فقط كعائد فان صافى
القيمة الحالية لها يكون صفرا .

* فترة حياة الاستثمار :

افترض أن تكلفة رأس المال فى احدى المنشآت ١٢٪ وأنها تدرس الاختيار
بين مشروعين متعارضين فيما يلى بياناتهما :

المشروع :	الاستثمار المبدئى	صافى التدفقات النقدية فى السنة :	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
ج	١٠٠٠٠٠	١٢٠٠٠٠	—	—	—	—
د	١٠٠٠٠٠	—	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠

المشروع	معدل العائد الداخلى المعدل	صافى القيمة الحالية المقدار	الترتيب
ج	٢٠٪	٧١٣٦	الثانى
د	١٤٪	٧٢٢٣	الأول

مرة أخرى، لو أن المشروعين مستقلان لتم قبولها أيا كان النموذج الذى نستخدمه فى
التقييم، غير أنهما متعارضان . وطبقا لمعدل العائد الداخلى يعتبر المشروع (ج)
هو الأول ، بينما طبقا لصافى القيمة الحالية يعتبر المشروع (د) هو الأول .

ويتوقف القبول النسبى لهذين المشروعين على كيفية استخدام التدفقات النقدية
اللاحقة التى سوف يحققونها . يفترض معدل العائد أنه سوف يعاد استثمارها بمعدل
العائد الداخلى للمشروع . بينما يفترض نموذج صافى القيمة الحالية أنه سوف يعاد
استثمارها بمعدل الخصم . وإذا ظلت تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال كما هى ١٢٪
خلال حياة كلا المشروعين فسوف يتم اختيار المشروع (د) ، لأن اختيار (ج) سوف
يقدم ١٢٠٠٠٠ جنيه للاستثمارات الأخرى فى نهاية السنة الأولى ، وإذا كانت هذه
الاستثمارات يمكن أن تحقق عائد قدره ١٢٪ فقط فان صافى القيمة الحالية لها
تساوى صفرا .

* الاختيار من بين المشروعات المقبولة :

يتم هذا الاختيار حيثما تكون الأموال المطلوبة للمشروعات التى تقابل معيار الاستثمار فى المنشأة تزيد على مجموع الأموال المتاحة للاستثمار . ومن الناحية النظرية لا يجب أن يتم هذا الاختيار ، فإذا كانت المنشأة لا تستطيع الحصول على أموال كافية لتمويل كل المشروعات المقبولة عند معدل الخصم السائد أو معدل القطع ، فإن ذلك يعنى أن المعدل منخفض جدا . ومن الناحية العملية فإن عملية الاختيار هذه تكون نتيجة لقرارات إدارية قد تهدف إلى زيادة الاعتمادات للموازنات المتقد يرة لرأس مالية الحالية .

وتشبه المشاكل التى تترتب على ضرورة الاختيار بين المشروعات المقبولة المشاكل السابقة فى المشروعات المتعارضة . فيجب على الإدارة أن تختار أفضل الاقتراحات من تلك المجموعة التى تفى بمعيار الحد الأدنى للعائد على الاستثمار فى المنشأة . وتوجد ثلاثة طرق لإجراء هذه الاختيارات :

- ١ - ترتيب المشروعات واختيار المشروعات المقبولة الأفضل فالتى طلبها حتى تستنفد الاعتمادات .
 - ٢ - طريقة التجربة والخطأ
 - ٣ - استخدام أساليب البرمجة .
- طريقة المشروعات على أساس ربحيتها :

مثال : تبلغ الأموال المتاحة للاستثمار فى إحدى الشركات ٤٠٠.٠٠٠ جنيه كحد أقصى للاستثمار خلال عام ١٩٨٢ . ولقد تم تحديد ستة مشروعات استثمارية تتطلب ٧٨٢.٠٠٠ جنيه ، وجميعها تحقق عائد يزيد على العائد الأول الذى تقرره الشركة وهو ١٢ % . وفيما يلى بيان بهذه المشروعات :

المشروعات	(أ)	(ب)	(ج)	(د)	(هـ)	(و)
الاستثمار المبدئى	٦٠٠٠٠	٢٥٠٠٠	١٥٠٠٠	٢٢٠٠٠	٥٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠
المنافع النقدية سنويا	٣٩٠٠٠	٥٠٠٠٠	٣٧٥٠٠	٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠	٣٠٠٠٠
الحياة المقدرة	٢	١١	٨	١٤	٣	١٩
صافى القيمة الحالية	٥٩١٤	٤٦٨٥	٣٥٢٨٥	٧٥٢٨	١٠٠٤٥	٢٠٩٢٤
معدل المنفعة / التكلفة	١.٩٨٦	١.٨٨٥	١.٣٤١٩	١.١٠٤٧	١.٢٠٠٩	١.١٠٤٨
معدل العائد الداخلى	٢٠٪	١٦٪	١٨٪	١٤٪	١٢٪	١٤٪

وفيما يلي يظهر ترتيب المشروعات وفقا للنماذج المختلفة :

* الترتيب على أساس معدل العائد الداخلى :

المشروع	معدل العائد الداخلى	الاستثمار	الاستثمار الكلى	صافى القيمة الحالية
هـ	٠.٢٢	٥٠.٠٠٠	٥٠.٠٠٠	١٠.٠٤٥
أ	٠.٢٠	٦٠.٠٠٠	١١٠.٠٠٠	٥.٩١٤
ج	٠.١٨	١٥٠.٠٠٠	٢٦٠.٠٠٠	٣٥.٢٨٥
د	٠.١٤	٧٢.٠٠٠	٣٣٢.٠٠٠	٧.٥٣٨
الرصيد	٠.١٢	٦٨.٠٠٠	٤٠٠.٠٠٠	صفر
مجموع صافى القيم الحالية للمشروعات المختارة				<u>٥٨.٧٨٢</u>

(رفض (ب) ، (و) لانهما يتطلبان استثمارة كبيرا يفوق الاموال المتاحة الباقية بعد اختيار المشروعات الأكثر منها ربحية) .

* الترتيب على أساس معدل المنفعة / التكلفة :

المشروع	معدل المنفعة / التكلفة	الاستثمار	الاستثمار الكلى	صافى القيمة الحالية
ج	١.٢٣٥٢	١٥٠.٠٠٠	١٥٠.٠٠٠	٣٥.٢٨٥
هـ	١.٢٠٠٩	٥٠.٠٠٠	٢٠٠.٠٠٠	١٠.٠٤٥
و	١.١٠٤٨	٢٠٠.٠٠٠	٤٠٠.٠٠٠	٢٠.٩٧٤
مجموع صافى القيم الحالية للمشروعات المختارة				<u>٦٦.٣٠٤</u>

(رفض المشروع (ب) لأنه يتطلب استثمارة كبيرا يفوق الأموال المتاحة والباقية بعد تمويل المشروعات الأكثر منه ربحية) .

ويرد اختلاف ترتيب المشروعات على أساس معدل العائد الداخلى وصافى القيمة الحالية الى فروض اعادة الاستثمار الخاصة بكل منها والتي سبق مناقشتها . ويوافق الترتيب وفقا لمعدل العائد الداخلى المشروعات قصيرة الأجل ومرتفعة العائد مثل (هـ) ، (أ) أكثر من موافقته المشروعات طويلة الأجل ومنخفضة العائد مثل (و) . و اذا كانت اعادة الاستثمار سوف تتم على أساس معدل الخصم أو القسط يفضل معدل المنفعة / التكلفة . وعلى أية حال فان هذا الافتراض سيكون موضع تساؤل اذا استمر اختيار المشروعات الممكنة فى المستقبل . ولا يأخذ أى من معدل العائد أو معدل المنفعة / التكلفة حجم الاستثمار عند عملية ترتيب البدائل .

٥ - نماذج أخرى لتقييم المشروعات :

ناقشنا في الاجزاء السابقة طرق تقييم المشروعات والتي خضعت جميعها لقاعدة واحدة للقرار تتمثل في زيادة التدفقات النقدية الداخلة على التدفقات النقدية الخارجة . وقد أخذ بعض هذه الطرق بالتدفقات المخصومة ، بينما قام البعض الآخر على أساس القيم الأصلية للتدفقات . ولكننا لا نبعد عن الواقع اذا قلنا أن جميع الطرق السابقة استمدت قاعدة القرار من ربحية الاستثمار ، وعلى هذا يمكن القول أن الطرق السابقة قد أخذت بمعيار واحد للمفاضلة هو ربحية المشروع . وعندما نأخذ في الاعتبار مجموعة من الأهداف المختلفة يقام من أجلها المشروع ، ومن بينها يوجد هدف الربحية فاننا نكون في حاجة الى البحث عن أساليب اضافية تساعد في عملية التقييم من أجل اختيار أفضل . ومن ناحية أخرى ، قد تقام بعض المشروعات لتحقيق أهداف بخلاف الربحية ، وبعضها لا يحقق منافع مباشرة في صورة تدفقات نقدية . ويتضمن هذا الجزء بعض النماذج التي تساعد في وضع معايير متعددة للاختيار حينما لا يكون هدف الربحية هو الوحيد أو حينما يكون ضمن مجموعة أخرى من الأهداف فتتضائل أهميته النسبية في تحديد القيمة الكلية لمساهمة المشروع في تحقيق هذه الأهداف^(١).

٥-١ - درجة تحقيق المعايير أو الوفاء بالاحتياجات :

يتم تحديد المعايير أو الاحتياجات الواجب توافرها في المشروع ، وهذه تتوقف على الغرض من المشروع . ثم تحدد مستويات تمثل درجات تحقيق هذه المعايير وعلى سبيل المثال ، فالأداء الممتاز يمثل درجة عالية ، والأداء الأقل من العادي يمثل درجة منخفضة . . . وهكذا .

ويمثل الجدول التالي مقارنة بين المشروعين (س) ، (ص) من حيث مدى مقابليتهما لخمس من المعايير الواجب توافرها ، وعلى أساس ثلاثة درجات تعبر كل منها عن مستوى معين من الأداء .

(١) لمزيد من الاطلاع يمكن الرجوع الى الفصل الثالث ، والفصل التاسع من :

Wm. E. Souder , op.cit.

مقارنة بين المشروعين (س) ، (ص)

المعايير أو الاحتياجات	درجة مقابلة المعايير		
	عالية	متوسطة	منخفضة
• الثقة	س		ص
• الصيانة	ص	س	
• الأمان		س	ص
• فاعلية التكلفة	س	ص	
• الحياة الانتاجية	س		ص

يتضح أن المشروع (ص) يفوق المشروع (س) في كل المعايير ، غير أن المشروع (س) يتفوق على المشروع (ص) في معيار واحد هو الصيانة . ويظهر أن هذه المقارنة لا تعطى معلومات عن امكانية إجراء تبادلات بين قيم المعايير . وعلى سبيل المثال ، فنحن لا يمكننا معرفة هل يفوق المشروع (ص) في الثقة ، وفاعلية التكلفة ، والحياة الانتاجية يمكن أن يعرض تفوق المشروع (س) عليه في مقابلة معيار الصيانة أم لا ؟ . ويترك الأمر لمتخذ القرار الذي يجري تقييم المبادلات . وغيد هذه الطريقة حينما لا تكون المشروعات واضحة تماما أو أن هناك قصور في المعلومات المطلوبة . وغيد بدرجة كبيرة في مشروعات الأبحاث ونظرا لأنها تعتمد على الحكم الشخصي ، فيجب أن يحدد المدى " عالى " ، " متوسط " ، " منخفض " بدقة وعناية .

٥-٢- قوائم الاختيار على أساس المستويات ومجموع النقاط :

يفترض في هذا النموذج أن يكون متخذ القرار قادرا على التفريق بين مستويات محددة في المعايير أو الاحتياجات المطلوبة . ويتم تقييم كل مشروع وتعيين مستوى المعيار على أساس كل من الاحتياجات المطلوب توافرها . ويمكن تحديد هذه المستويات على أساس ترجمة التقييم الى أرقام عددية . وتكون نتيجة تقييم المشروع ملخصة في رقم يمثل مجموع الأرقام العددية (النقاط) التي توضح مستويات مقابلة المشروع للمعايير المختلفة ، وتعتبر هذه الطريقة تحسينا للطريقة السابقة .

ويتم تحليل الانجازات المستهدفة والمشروعات التي يتم مقارنتها باستخدام المدييات

الكلية . وعلى سبيل المثال ، فان مدى كلى + ٢ أو أكثر قد يعين على أنه نقطة قطع للمشروعات المقبولة . ويمكن تبويب المشروعات بتحديد المدى الكلى على أساس مديات بين نقطتين فالمشروع (ل < ٣ +) هو مشروع له أولوية كبيرة، المشروع (٣ + ل < ١) له أولوية متوسطة وهكذا . وفيما يلي مثال لقائمة اختيار لثلاثة مشروعات :

المجموع الكلى للمستويات					مستويات مقابلة المعايير (النقط (١)
					٢+ ١+ ٠ ١- ٢-
المشروع (ل) :					٥ +
الثقة					/
الصيانة					/
الامان					/
فاعلية التكلفة					/
الحياة الانتاجية					/
المشروع (م) :					٢ -
الثقة					/
الصيانة					/
الأمان					/
فاعلية التكلفة					/
الحياة الانتاجية					/
المشروع (ن) :					٥ +
الثقة					/
الصيانة					/
الأمان					/
فاعلية التكلفة					/
الحياة الانتاجية					/

ويلاحظ أن قوائم الاختيار قد لا تعكس - بدرجة صحيحة - المبادلات بين الاحتياجات أو المعايير الموضوعة . وعلى سبيل المثال : المشروع (ل) ، المشروع (ن) لها نفس -

(١) أفضل أداً ممكن = ٢ + ، أداً فوق المتوسط = ١ + ، أداً متوسط = صفر

أداً أقل من المتوسط = ١ - ، أداً ممكن = ٢ - .

وسوف نطلق عليها النقط فزيادة النقط تعنى اتجاهها نحو مستويات أفضل والعكس .

- المجموع الكلى للمستويات (+ ٥) ، ومع ذلك يكون من الصعب أن نقبل المشروع (ن) ونرفض المشروع (ل) باعتبارهما متساويين . وسوف يكون هذان المشروعان متساويين فقط عندما تكون المستويات فوق المتوسط لفاعلية التكلفة والحياة الانتاجية تعوض عن المستويات الأقل من المتوسط للأمان . وإذا كان متخذ القرار يرغب فى مقارنة المشروعات على أساس المجموع الكلى لمستويات المعايير التى تحققها المشروعات المختلفة ، وأنه يجب أن يستخدم نموذج آخر يأخذ فى الاعتبار هذه الأنواع من التبادلات .

٥-٣- معايير الاختيار المرجحة بالأوزان :

تستخدم هذه الطريقة عنصرين : مستويات معايير الاختيار (النقط) ، الأوزان الترجيحية التى تمثل أهمية كل معيار . وبالتالى يمكن ترتيب المشروعات على أساس القيم الكلية المرجحة لمستويات المعايير . وفى المثال السابق ، أعطيت أوزان تعبر عن الأهمية لكل من الاحتياجات كما يلى : الثقة ٤ ، الصيانة ٢ ، الأمان ٣ ، فاعلية التكلفة ٥ ، الحياة الانتاجية ١ ، كما حددت مستويات تتراوح من ٥ التى تعبر عن أداء ممتاز ، الى ١ التى تعبر عن أداء ضعيف . ويظهر الجدول التالى المعلومات الناتجة .

المشروع (ل) : الوزن المرجح للمعيار مستوى مقابلة المعيار المستوى المرجح (درجة)

٤	٥	٢٠	الثقة
٢	٣	٦	الصيانة
٣	٣	٩	الأمان
٥	٥	٢٥	فاعلية التكلفة
١	٤	٤	الحياة الانتاجية
<u>٦٤</u>			<u>المشروع (م) :</u>
٤	١	٤	الثقة
٢	٥	١٠	الصيانة
٣	٢	٦	الأمان
٥	٣	١٥	فاعلية التكلفة
١	٢	٢	الحياة الانتاجية
<u>٣٧</u>			

الوزن المرجح للمعيار مستوى مقابلة المعيار المستوى المرجح
(درجة)

المشروع (ن) :		
الثقة	٤	٥
الصيانة	٢	٥
الامان	٣	٢
فاعلية التكلفة	٥	٤
الحياة الانتاجية	١	٤
		٢٠
		١٠
		٦
		٢٠
		٤
		<u>٦٠</u>

ويظهر لنا واضحا أثر الأوزان عندما نقارن النتائج فى هذا الجدول مع الجدول السابق . وفى كلا الجدولين نفس المعلومات عن مستويات المعايير التى تحققها المشروعات غير أن الفروق هو نتيجة تحويل فى المدى ، حيث أن كل مستوى معيار فى الجدول الحالى يزيد + ٣ عن مثيله فى الجدول السابق . ولقد أظهرت الأوزان أن المشروعين (ل) ، (ن) مختلفان . وتعتبر الطريقة التى تقوم على الأوزان أكثر دقة لأنها تأخذ فى الاعتبار المتبادلات بين المعايير ، والتى تحددها أوزان المعايير .

وفى الأعداد لمثل هذه الطريقة فإن المعايير أو أبعاد الأداء يجب أن يتم اختيارها لكى تعبر عن أبعاد أو معايير مانعة بالتبادل . وقد يكون ذلك من الصعوبة بمكان ففى التطبيق العملى ، حيث تتداخل المعايير دائما أو تعتمد على بعضها . ويجب أن تعبر أوزان المعايير عن الأهمية النسبية لكل منها . وقد تكون فى شكل رتب أو مقاييس مستويات عادية . أى أنها مرتبة بحسب حجمها فقط . وإذا كان الأمر كذلك فإن الترتيب سوف يتم على أساس الأرقام العادية ، وهذا يضع حدودا على قوالب النموذج فى التمييز .

وعلى سبيل المثال ، تستطيع أن تقول طبقا لهذا التحليل أن المشروع (ل) أفضل من المشروع (ن) والذى يكون أفضل من المشروع (م) . ولكن إذا كان الوزن المعطى للثقة ٤ ، والوزن المعطى للصيانة ٢ يعنى أن المعيار الأول ضعف المعيار الثانى ، وهكذا ، فإن مقدار الفرق بين مجموع المستوى المرجح لكل منها يكون جوهريا . وفى هذه الحالة يكون المشروع (ل) كاملا بدرجة ٨٥ % ، المشروع (م) بدرجة ٤٩ % ، المشروع (ن) بدرجة ٨٠ % . حيث يكون المدى الكامل محدد على أساس (مجموع الأوزان المرجحة x ٥) . ويجب أن لا يكون الوزن أو مستوى مقابلة المعيار مساويا (صفر) لأن ذلك يترتب عليه

استبعاد المعيار فى التحليل النهائى •

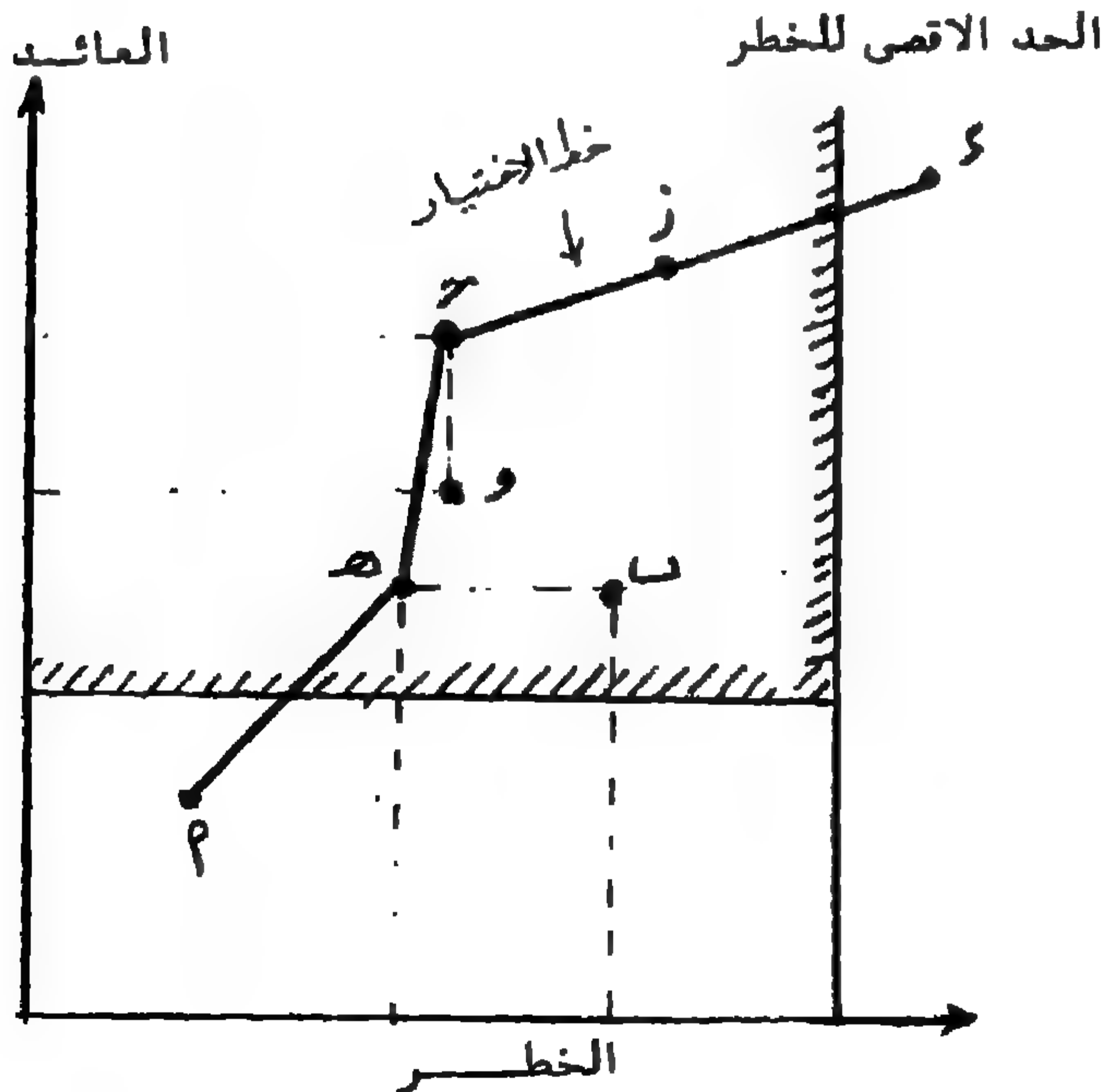
ويجب أن تعكس المدييات المستخدمة أبعاد الأداء الفعلى ، وللتأكد من تحقيق ذلك فيمكن اشتقاقها من بيانات تاريخية لمشروعات سابقة • أو اشتراك مجموعة فى عملية التقدير •

٥-٤- نموذج للمقارنة على أساس العائد / الخطر :

يمكن أن يتضمن شكل بياني بيانات عدة مشروعات ممكنة يوضح العائد والخطر لكل منها • ويعبر الخطر عن فرص اخفاق المشروع ويمكن أن يقاس بالمعدل (أ - ح) حيث ح تمثل احتمال نجاح المشروع • أو يمكن قياسه باحتمال عدم مقابلة المشروع لبعض المستويات من المخرجات أو الأرباح أو غيرها • ويعبر العائد عن الأرباح التى تتم التنبؤ بها ، كما يمكن أن يستخدم متخذ القرار أى مقياس آخر للقيمة •

مثال : يتم دراسة سبعة مشروعات :

	أ	ب	ج	د	هـ	و	ز
العائد	١٧	٣٤	٥٤	٦٦	٣٤	٤١	٥٩
الخطر	١٣	٤٦	٣٤	٧١	٤٠	٣٤	٥٠



ويوضح الشكل السابق بيانات المشروعات السبعة من حيث العائد والخطر، كما يظهر الشكل الحد الأدنى للعائد، والحد الأقصى للخطر. ويمثل الخط أ هـ جزء خط الاختيار الكفء فهو يسلك مسار أقصى المعدلات كفاءة (معدلات العائد/الخطر). وعلى سبيل المثال، المشروع هـ يكون أكثر كفاءة من حيث (العائد/الخطر) عن المشروع ب، لأن المشروع (هـ) يساوى المشروع (ب) فى العائد ولكن له درجة خطر أقل. وبالمثل المشروع (ج) يكون أكثر كفاءة من حيث (العائد/الخطر) عن المشروع (و) لأن المشروع (ج) يحقق عائداً أعلى عن المشروع (و) وعند نفس درجة الخطر. وتحدد المنشأة الحد الأقصى للخطر الذى يمكن أن تقبله والحد الأدنى للعائد المرغوب، وتظهر المشروعات المقبولة داخل الحدود التى يوضحها هذا الحدان. ونتيجة لذلك، يظهر أن متخذ القرار يجب أن يقبل المشروعات (ج)، (هـ)، (ز) ويرفض الباقي.

وتفيد هذه النماذج فى اختيار التبادلات الممكنة بين الخطر والعائد. وعلى سبيل المثال، يظهر المشروع (د) العائد الأعلى، غير أنه يستبعد لإرتفاع مستوى الخطر، مع أن معدل العائد/الخطر بالنسبة له هو نفسه بالنسبة للمشروعات (ج)، (ز) حيث يقع الثلاثة على نفس الخط. ولذلك فقد يرغب متخذ القرار أن يجرى استثناء فيقوم باستمرار البحث والدراسة فى المشروع (د) لتحليل أكثر وأعمق.

٥-٥ - نموذج المساهمة فى القيمة الكلية وفاعلية التكلفة :

يمثل هذا النموذج توليفة من مجموعة من الطرق، ويسمح لمتخذ القرار باختيار قيمة مساهمة المشروع فى أهداف المنشأة. ولكى يتم تطبيق هذا النموذج تتبع الخطوات التالية :

- ١- تحديد أهداف المنشأة، وقد ترتب فى شكل هرمى. وعلى سبيل المثال، توجد مجموعتان من الأهداف : أهداف قصيرة الأجل، أهداف طويلة الأجل. وينشعب من كل هدف عام مجموعة من الأهداف الفرعية.
- ٢- اعداد أوزان لقيمة كل هدف (سبق أن تناولنا فكرة الأوزان فى النقطة السابقة ولاحظ إذا كان مجموعها يساوى ١٠٠. فانه يتم توزيع مجموع ١٠٠ من

من النقط بين الاهداف العامة على أساس أهميتها النسبية . وفى التوزيع بين الاهداف قصيرة الأجل وطويلة الأجل يتضح لنا أن الأهمية النسبية للهدف قصير الأجل تعادل مرة ونصف الهدف طويل الأجل لإدازع للأولى ٦٠ نقطة من المائة .

٣- فى اطار كل هدف يتم تحديد أهداف فرعية يوزع عليها المجموع الكلى للنقط الخاصة بهذا الهدف ، بنفس الطريقة التى توضح أهميتها النسبية ، وتوضح القيمة الكاملة لأوزان الاهداف المستوى الكامل الذى يمكن أن يحققه مشروع ممتاز .

فإذا كان وزن هدف فرعى ١٠ وكانت قيمة ما يحققه المشروع من هذا الوزن هو ١٠ فانه يقال أن المشروع يحقق هذا الهدف بدرجة كاملة . والمشروع الذى يحصل على ١٠٠ درجة يحقق جميع الأهداف بدرجة كاملة .

٤- بعد تحديد قيمة مساهمة كل مشروع فى تحقيق الأهداف ، وهى القيمة الكلية للمشروع يمكن ربط النتائج بتكاليف الاستثمار . ويتم ذلك عن طريق نسبة رقم القيمة الناتج الى رقم الاستثمار المبدئى للمشروع للحصول على مقياس جديد ، واقتراح تسميته فاعلية التكلفة . وبذلك نكون قد أوجدنا رابطة بين قيمة المشروع وتكلفته .

فاعلية التكلفة = قيمة مساهمة المشروع فى تحقيق الأهداف ÷ الاستثمار المبدئى .

مثال : تقوم احدى الشركات بدراسة تنفيذ احد الثلاثة مشروعات أ، ب ، ج وبيلغ الاستثمار المبدئى لهذه المشروعات ٢٠٠ مليون جنيه ، ٢٦٠ مليون جنيه ، ٢٠٨ مليون جنيه على التوالى . وتهتم الشركة بتقييم المشروعات على أساس مساهمة كل منها فى تحقيق الاهداف العامة للأجل الطويل والأجل القصير بالإضافة الى فاعلية التكلفة . وفيما يلى الأوزان المرجحة للأهداف العامة والفرعية :

١- أهمية تحقيق الهدف العام فى المدى القصير تعادل ٦٠٪ من القيمة الكلية المحققة عن طريق المشروعات المقترحة ، وتوزع هذه القيمة بين ثلاثة عناصر فرعية لهذا الهدف وهى : تحقيق انتشار المنتج الجديد ، وتحقيق هدف الربحية ، وتخفيض الآثار البيئية للنشاط ونرجح أهميتها داخل هدف المدى القصير بأوزان ٣ : ٢ : ١ على الترتيب .

٢- الأهمية النسبية لتحقيق الهدف العام فى المدى الطويل تعادل ٤٠٪ ،

ويتضمن هذا الهدف هدفان فرعيان : الأول تدعيم المستوى الفنى ويزن ٦٢.٥ % من هدف المدى الطويل ، والثانى : المحافظة على نصيب المنشأة فى السوق . وفيما يلى درجة مقابلة كل مشروع للأهداف .

انتشار المنتج الجديد	هدف الربحية	تخفيض الآثار البيئية	تدعيم المستوى الفنى	نصيب المنشأة فى السوق
أ	كامل	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{3}$
ب	$\frac{1}{2}$	كامل	$\frac{4}{5}$	$\frac{2}{3}$
ج	$\frac{5}{6}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{3}$

والمطلوب : أن ترتب المشروعات على أساس قيمة مساهمة كل منها فى أهداف المنشأة . ثم على أساس فاعلية التكلفة .

الحل :

- * القيمة الكاملة للهدف العام فى الأجل القصير تعادل ٦٠ نقطة وتوزعها — بين الاهداف الفرعية بالنسب المحددة ، يكون وزن الاهداف الفرعية ٣٠ ، ٢٠ ، ١٠
- * القيمة الكاملة للهدف العام فى الأجل الطويل تعادل ٤٠ نقطة وتوزع على الهدفين الفرعيين بنسبة ٦٢.٥ % ، ٣٧.٥ % أى أن وزن الاهداف الفرعية للأجل الطويل تصبح ٢٥ ، ١٥ .

* نحدد درجة تحقيق كل مشروع لكل من الاهداف الفرعية مقدرة بالنقط أى نقيس قيمة مساهمته فى تحقيق كل من الأهداف ، وعلى سبيل المثال تحدد البيانات الخاصة بالمشروع (أ) :

الهدف الفرعى	الدرجة الكاملة	درجة تحقيق المشروع (أ) للهدف	مساهمة المشروع (أ) فى القيمة
انتشار المنتج الجديد	٣٠	كاملة	٣٠
الربحية	٢٠	"	٢٠
تخفيض آثار البيئة	١٠	$\frac{1}{2}$	٥
تدعيم المستوى الفنى	٢٥	$\frac{3}{5}$	١٥
نصيب المنشأة فى السوق	١٥	$\frac{1}{3}$	٥
	<u>١٠٠</u>		<u>٧٥</u>

وبالنسبة لفاعلية التكلفة فالمقصود هو ايجاد علاقة ما بين التكاليف وبين قيمة مساهمة المشروع في تحقيق الأهداف ، حتى نتبين مدى كفاءة في استغلال الموارد ، ولكن تكون المقارنة من خلال مقياس أكثر شمولاً .

$$\text{فاعلية التكلفة للمشروع (أ)} = ٧٥ \div ٢٠٠ = ٣٧٥ \text{ ر.}$$

ويمكن اعداد نفس البيانات للمشروع عين (ب) ، (ج) وتظهر النتائج في الجدول التالي :

المشروع	الاستثمار المبدئي مليون جنيه	الأهداف قصيرة الأجل (٦٠)		الأهداف طويلة الأجل (٤٠)		القيمة الكلية لمساهمة المشروع
		انتشار الربحية المنتج	تخفيض الآثار البيئية	تدعيم الفن الانتاجي	النصيب في السوق	
أ	٢٠٠	٣٠	٢٠	٥	١٥	٧٥
ب	٢٦٠	١٥	١٠	٢٠	١٠	٦٥
ج	٢٠٨	٢٥	١٠	٥	١٥	٦٥

فاعلية التكلفة

الترتيب

الاول

الثالث

الثاني

$$\text{المشروع (أ)} : ٧٥ \div ٢٠٠ = ٣٧٥ \times ١٠ - ٣$$

$$\text{المشروع (ب)} : ٦٥ \div ٢٦٠ = ٢٥٠ \times ١٠ - ٣$$

$$\text{المشروع (ج)} : ٦٥ \div ٢٠٨ = ٣١٢,٥ \times ١٠ - ٣$$

أسئلة وتمارين الفصل السادس

أولا - الأسئلة :

السؤال الأول :

- برر فيما لا يزيد على ثلاثاً أسطر كلا من النقاط التالية بعد أن تحدد رأيك فيها من حيث صوابها أو خطئها .
- ١- في دراسة المشروعات الرأسمالية يمكن استخدام المدخل الكلى لتحليل التكاليف والمنافع للمفاضلة بين مشروعين فقط وذلك على عكس مدخل التغيرات .
 - ٢- عندما نستخدم تقديرات المنافع الكلية والتكاليف الكلية فى المقارنة بين عدة بدائل فقد لا نلزم فى الواقع بمفهوم التكاليف الملائمة والمنافع الملائمة للقرار .
 - ٣- اذا استخدم مدخل التكاليف الكلية دون الإيرادات ، فان العبرة تكون بادننى قيمة حالية للتكاليف الكلية وليس القيمة الحالية لأدنى التكاليف الكلية .
 - ٤- تم تمويل آلة عن طريق الاقتراض ، وبلغ القرض وفوائده ٥٠٠٠ ر.٥ ، ولذلك يقبل هذا الاقتراح ولا يتم استئجار الآلة لفترة مساوية للحياة الانتاجية اذا كانت قيمة الايجار ٤٥٠٠ ر.٥ جنيه .
 - ٥- عند تحديد فترة الاسترداد لمشروع ما فإن فترة الاسترداد على أساس التدفقات المخصصة تكون بالضرورة أقل من فترة الاسترداد .
 - ٦- اذا كانت فترة الاسترداد على أساس التدفقات المخصصة معادلة تماماً لفترة حياة المشروع فان صافى القيمة الحالية يكون صفر .
 - ٧- يمكن تقييم المشروع بالرغم من تعدد الاهداف التى يقام من أجلها بما فى ذلك هدف الربحية وعلى أساس صافى القيمة الحالية التى يحققها .
 - ٨- يمكن أن يكون المشروع مقبولا طالما أنه يحقق صافى قيمة حالية موجبة بالرغم من أن معدل المنفعة / التكلفة يقل عن الوحدة .
 - ٩- قد يترتب على تغيير طرق الاهلاك الممكن تطبيقها اختلاف نتائج تقييم المشروعات الرأسمالية .
 - ١٠- اذا كان مشروع استثمار الذى يتبناه الشركة يحقق صافى قيمة حالية مقدارها صفر

وباستخدام طريقة القسط المتناقص فى الاهلاك ، فانه يترتب على استخدام طريقة القسط الثابت ظهور صافى القيمة الحالية موجبا .

السؤال الثانى :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير اجابتك فى حدود ثلاثة أسطر .

- ١- هناك علاقة بالضرورة بين قاعدة قرارات المدى الطويل وطرق احتساب الاهلاك فى مجال تقييم مشروعات الانفاق الرأسمالى .
- ٢- هناك تشابه بين الطرق التى تعتمد على خصم التدفقات لاغراض المفاضلة بين المشروعات الرأسمالية فى تطبيق قاعدة قرارات المدى الطويل غير أن معيار القرار لكل منها مختلف عن الأخرى .
- ٣- من الأفضل للمنشأة أن تغيد من ترحيل الخسائر للسنوات التالية عن ترحيلها للأنشطة المكتملة خلال نفس السنة وذلك من وجهة نظر الافادة من الخصم الضريبى والقيمة الزمنية للنقود .
- ٤- اذا كانت القيمة للزمنية لمقدار من النقود يعادل ربع القيمة الحالية فان القيمة المستقبلية تعادل خمسة أضعاف القيمة الزمنية .
- ٥- تتوقف القيمة الحالية لمجموعة من التدفقات النقدية على مقدار هذه التدفقات ومعامل الخصم المستخدم .
- ٦- تنتفى العلاقة بين قرارات الانفاق الرأسمالى واعداد الموازنات التقديرية، فالأولى ترتبط بالمدى الطويل والثانية ترتبط بالمدى القصير .
- ٧- تخضع قرارات الانفاق الرأسمالى لقاعدة القرارات فى المدى الطويل ، ويطبق نفس معيار القياس بصرف النظر عن نموذج التقييم المستخدم .
- ٨- لا يوجد مبرر ما لاختلاف نتائج تقييم المشروعات بطريقتى معدل العائد الداخلى وصافى القيمة الحالية .
- ٩- اذا كان صافى القيمة موجبا فان معدل العائد الداخلى لا يقل عن سعر الخصم المطبق فى حساب ذلك الصافى .
- ١٠- اذا لم تحقق المشروعات موضوع التقييم منافع نقدية فانه يصعب تطبيق نماذج التقييم عليها .

ثانياً - التمارين :

التمرين الأول :

تدرس إحدى الشركات شراء آلة جديدة تساهم في زيادة إنتاجيتها ، وتتكلف الآلة ١١٥٦٠٠ جنيه ، وتبلغ تكلفتها أموال بالنسبة للشركة ١٠ % . ويقدر صافي الدخل قبل الإهلاك والضرائب ٧٠٥٩٠٠ جنيه ، ٦٠٥٩٠ جنيه ، ٥٠٥٩٠ جنيه ، ٤٠٥٩٠ جنيه ، ٣٠٥٩٠ جنيه في السنوات الخمس المقدرة لاستغلالها ، وعلى الترتيب ويبلغ سعر الضريبة على الدخل ٤٠ % .

المطلوب : تحديد كل من معدل العائد الداخلى ، وصافى القيمة الحالية .

وفتره استرداد التدفقات المخصومة ، ومعدل ربحية الاستثمار .

التمرين الثانى :

يتطلب برنامج الإضافات الرأسمالية لشركة نهضة مصر ٣٠٠.٠٠٠ ر. ١٠٣٠٠ جنيه وقد رت الحياة الانتاجية بخمس سنوات يستنفد بعدها الأصل تكاملاً . وقىما يلى بيان التدفقات (بالآلف جنيه) :

بيان	السنوات :	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)
الإيرادات		٥٠٠	١٠٠٠	٢٠٠٠	٢٥٠٠	٢٠٠٠
المصروفات (نقدية)		٤٠٠	٧٥٠٠	١٤٠٠	١٧٥٠	١٤٠٠

ويسمح بترحيل الخسائر لمدة خمس سنوات لأغراض احتساب الضريبة على الدخل ، والذى تبلغ ٤٠ % . والمطلوب (١) حساب متوسط معدل العائد المحاسبى على متوسط الاستثمار (٢) تحديد فتره لاسترداد ومعدل العائد الداخلى .

التمرين الثالث :

تقوم إحدى شركات نقل الركاب بين الأقاليم بدراسة تشغيل خط اضافى بين دمنهور وزاوية غزال ، والأجرة المسموح بها عشرون قرشاً . ويمكن للشركة أن تشتري سيارات بنقل للركاب من أحد حجمين ، ويقدر عمر كل منهما بثمانى سنوات :

حمولة ٥٢ راكب

٤
٥٥٠٠٠ ر. جنيه
١٥ كيلو/ جالون
٢٠٠٠ جنيه
٤٢ ر.
٣٠٠٠ ر.

حمولة ٣٢ راكب

٦
٤٠٠٠ ر. جنيه
٢٠ كيلو/ جالون
٦٠٠٠ جنيه
٣٥ ر.
٤٠٠٠ ر.

عدد السيارات اللازمة شراؤها

ثمن شراء السيارة الواحدة

استهلاك الوقود

قيمة الخردة للوحدة

أجور السائقين في الساعة

نفقات سنوية نقدية أخرى

وتبلغ تكلفة شراء جالون الوقود ٣٠ قرشا ، وتبلغ ساعات الذروة (الازدحام) ٤ ساعات يوميا تكون خلالها كل العربات في خدمات الركاب ، كما تعمل بطاقة كاملة في كلا الاتجاهين ، ويمكن للسيارة أن تعمل ١٢ رحلة أى ستة دورات دائرية خلال هذه الفترة . أما خلال الفترة الباقية من اليوم فيمكن نقل ٥٠٠ راكب ويتم تشغيل ٤ سيارات فقط في الطريق ، ويستخدم السائقون غير المستديمين لقيادة السيارات خلال فترات الذروة . وتبلغ المسافة التي تقطعها السيارة طوال اليوم ٤٨٠ كيلومترا . أما التي تسير خلال ساعات الذروة فتقطع ١٢٠ كم/ساعة خلال أيام العمل في السنة للسيارة والتي تبلغ ٢٦٠ يوما .

والمطلوب : (١) تقدير الإيرادات السنوية لتشغيل الخط الجديد وفقا لكل مسـن البدلين ، وتقدير الأجور السنوية للسائقين ، وتكلفة الوقود المستخدم .

(٢) إذا كان الحد الأدنى لمعدل العائد ١٢ ٪ فأى البدلين تفضل ؟

التعريف الرابع :

قررت إحدى الشركات الحصول على جهاز معين جديد لأحدى آلاتها المتخصصة ، وسوف تتمكن من الحصول على الآلة إما بشراؤه نقدا بمبلغ ٢٥٠٠٠ جنيه ، أو تأجيرها بمبلغ ٦٠٠٠ جنيه سنويا طوال حياة الآلة . وفيما يلي المعلومات المتعلقة الأخرى :

١ - سعر الشراء ٢٥٠٠٠ جنيه ، والعمر المقدّر ٥ سنوات ، وتبلغ الخردة ٣٠٠ جنيه ، تكاليف الصيانة السنوية المقدرة ٥٠٠ جنيه سواء تم الشراء أو التأجير . ويمكن الحصول على قرض من البنك لتمويل عملية الشراء بفائدة ١٠ ٪ ويمكن استرداده بدفعة واحدة في نهاية الخمس سنوات . فیر أنه يتم سداد الفائدة في نهاية كل سنة . وفي حالة التأجير يدفع الإيجار السنوي في بداية كل سنة . ويفترض أن جميع التدفقات النقدية

تحدث في نهاية كل سنة ما لم يذكر خلاف ذلك ، ويبلغ معدل العائد الذي تقبله الشركة ١٠ % .

والمطلوب : أن تنصح الشركة هل تشتري هذا الجهاز أم تستأجره مع أخذ الضرائب في الاعتبار .

التمرين الخامس :

تقوم شركة الأنوار الساطعة بتصميم وتصنيع لعب الأطفال . وقد أوضحت الخبرة الماضية أن دورة حياة اللعبة ثلاثة سنوات . وتؤدي أنشطة الترويج الى مبيعات ضخمة في السنوات الأولى ، غير أنها تبدأ في الاضمحلال في السنة الأخيرة . ويمكن تبويب طلبات المستهلكين على النحو التالي :

طلب المستهلك على اللعبة الجديدة	فرصة الحدوث	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	تقدير المبيعات (جنيه)
فوق المتوسط	٣٠ %	١٢٠٠٠٠٠	٢٥٠٠٠٠٠	٦٠٠٠٠٠	
متوسط	٦٠ %	٧٠٠٠٠٠	١٧٠٠٠٠٠	٤٠٠٠٠٠	
أقل من المتوسط	١٠ %	٢٠٠٠٠٠	٩٠٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠	

وتقدر التكاليف المتغيرة بواقع ٣٠ % من سعر البيع . ويجب شراء الآلة المتخصصة والتي تتكلف ٨٦٠٠٠٠ جنيه ، وسوف يتم انشاؤها على جزئ معين من أرض المصنع ، وقد فشلت الشركة في تأجير هذا الجزء لشركة أخرى مقابل ٥٠٠٠٠ جنيه سنويا ولعدة سنوات ، وليس لها استخدام آخر . وتقدر التكاليف الثابتة بخلاف الاهلاك ٥٠٠٠٠ جنيه سنويا لانتاج اللعبة الجديدة وسوف يتم استهلاك الآلات على أساس جزئ من مجموع أرقام السنوات ، وتقدر الخردة بمبلغ ١١٠٠٠٠ جنيه في نهاية السنة الثالثة . وتبلغ مصروفات الدعاية والاعلان عن اللعبة الجديدة ١٠٠٠٠٠ جنيه خلال السنة الأولى ، ١٥٠٠٠٠ جنيه خلال السنة الثانية ، ٥٠٠٠٠٠ جنيه خلال السنة الثالثة . ويتم خصمها في كل سنة لأغراض التقارير الضريبية . وتتوقع الشركة أن يبلغ معدل الضرائب على الدخل ٤٠ % خلال المستقبل المنظور ، ويتم سدادها دفعة واحدة عن كل سنة يتحقق خلالها الدخل .

والمطلوب : (١) تقدير صافي الدخل السنوي من انتاج وبيع اللعبة الجديدة .

(٢) بافتراض أن الحد الأدنى لمعدل العائد المطلوب ١٠ % ، حدد صافي

القيمة الحالية للمشروع .

التمرين السادس :

كون " أشرف وعمرو " شركة تقوم بتسويق احدى لوازم الورش ، غير أنهم قرروا البدء ببيع التجارب لاساليب الانتاج البديلة ، وتستغرق هذه العملية أربعة سنوات ، وبعدها يمكن بيع رخصة التصنيع مقابل مبلغ ١٩٠.٠٠٠ جنيه تستحق عليها ضريبة بواقع ٤٠ % وبعد ذلك تقوم الشركة بعملية التسويق فقط . وفيما يلي بيانات عن نشاط سنوات التجارب والابحاث :

١٩٨٦	١٩٨٥	١٩٨٤	١٩٨٣	
جـ	جـ	جـ	جـ	
٢٣٠.٠٠٠	٢٠٠.٠٠٠	١٥٠.٠٠٠	١٠٢.٠٠٠	المبيعات
١١٧.٠٠٠	١٠٧.٠٠٠	٧٥.٠٠٠	٦٧.٠٠٠	يطرح : تكلفة البضاعة المباعة
٤٤.٠٠٠	٤٧.٠٠٠	٣٧.٠٠٠	٢٤.٠٠٠	أجور
٣.٠٠٠	٢.٤٠٠	٢.٣٠٠	٢.٠٠٠	مهمات
١.٨٠٠	١.٦٠٠	١.٢٠٠	١.٠٠٠	ضرائب وعوائد
١.٢٠٠	١.٢٠٠	١.٢٠٠	١.٢.٠٠٠	ايجار سنوى (١)
١.١.٠٠٠	١.١.٠٠٠	١.١.٠٠٠	١.١.٠٠٠	اهلاك (٢)
٢٠.٠٠٠	٢٠.٠٠٠	٢٠.٠٠٠	٢٠.٠٠٠	تكاليف ابحاث وتطوير (٣)
٢٠٢.٠٠٠	١٨٧.٠٠٠	١٥١.٠٠٠	١٣٠.٠٠٠	مجموع المصروفات
٢٨.٠٠٠	١٣.٠٠٠	(١٩.٠٠)	(١٠.٠٠٠)	صافى الدخل قبل الضريبة
١١.٢٠٠	٦٠٠	—	—	ضريبة الدخل ٤٠ % (٤)
١٦.٨٠٠	١٢.٤٠٠	(١٥.٠٠)	(١٠.٠٠٠)	صافى الدخل بعد الضريبة

- (١) يدفع هذا الايجار الى الورشة التى تسمح بوضع ماكينات التجارب لديها ، ويشترط أن يكون العقد لمدة عشر سنوات ، ويدفع فى بداية الفترة ايجار ثلاث سنوات فقط مع مدفوعات سنوية فى نهاية كل سنة من السنوات السبع التالية .
- (٢) يتوقع أن يتم اكمال انشاء واعداد الآلات والمعدات اللازمة للانتاج فى ١ / ١ / ١٩٨٣ ويسدد ثمن الشراء ١٣٠.٠٠٠ جنيه فى ذلك الوقت وتبلغ قيمة الخردة ٢٠.٠٠٠ جنيه فى نهاية العشر سنوات ، وتستخدم طريقة القسط الثابت لغراض القوائم ، بينما

لأغراض الضرائب تستخدم طريقة القسط المتناقص على أساس جزئ من مجموع أرقام السنوات .

(٣) تتكلف آلة التجارب ٢٠٠٠ ر. ٢٠٠ جنيه وتبنى خلال عام ١٩٨١ ، وهي ليست ملائمة للأغراض التجارية ، ولأنها أساس هذا النظام فسوف يتم استهلاكها خلال ١٠ سنوات على أساس قسط ثابت ، وسوف تقوم بأعداد النماذج الأصلية للوحدات التي يتم تصنيعها .

(٤) ترحل خسائر السنتين الأوليتين للمسئلة الثالثة قبل حساب الضريبة المستحقة .

والمطلوب : (أ) أعداد جدول التدفقات النقدية للسنوات الأربع .
(ب) بافتراض أن تكلفة رأس المال ١٠٪ فهل تنصح بالمشروع على أساس ٤ سنوات فقط . أم الاستمرار .

التمرين السابع :

فيما يلي أربعة مجموعات من الاقتراحات الاستثمارية المقترضة .

المجموعة	المشروع	الاستثمار	الحياة المقدرة	التدفقات النقدية في نهاية السنة
١	أ	٢٠٠٠ ر.	٤	٨٠٠٠
	ب	٢٠٠٠ ر.	٨	٥٠٠٠
٢	ج	٣٠٠٠ ر.	٥	١٠٠٠٠
	د	٣٠٠٠ ر.	١٤	٦٠٠٠
٣	هـ	٢٠٠٠ ر.	٨	٥٠٠٠
	و	٣٠٠٠ ر.	٨	٧٥٠٠
٤	ز	٣٠٠٠ ر.	٥	١٠٠٠٠
	ح	٤٠٠٠ ر.	٥	١٢٥٠٠

المطلوب : ترتيب الاقتراحات في كل مجموعة على أساس معدل العائد الداخلي وصافي القيمة الحالية بافتراض ١٤٪ قيمة زمنية للنقود ، ثم اشرح لماذا اتشابهت أو تختلف نتائج الترتيب في كل مجموعة .

التمرين الثامن :

تفكر شركة العريش لصناعة السيارات لاقامة ورشة جديدة لانتاج الجزء ن ١٤/س الذى يستخدم فى انتاج الشركة أو شرائه حيث . يصنع بشركة الوادى الجديد . ولقد قررت الجهات المسئولة أنه لاغراض المحافظة على البيئة من خطر التلوث تركيب أجهزة جديدة للورشة القديمة مما يؤدي الى زيادة التكاليف السنوية بمقدار ٣٠ر٠٠٠ جنيه وتعتقد ادارة الشركة أن قيمة الورشة القديمة لاتصل الى هذه التكلفة الاضافية . وتعتبر آلاتها غير اقتصادية نظرا لصعوبة الرقابة على الانتاج أو خصائص المواد . أما المسبوكات التى يتم انتاجها فى هذه الورشة فتستخدم فى الاقسام الأخرى بالشركة . وتتكلف الآلات الحديثة ٣٢٠ر٠٠٠ جنيه متضمنة تكاليف الانشاء والصافى اللازمة لتنقية الجو ، وبعد عشر سنوات يتوقع أن تصبح متقادمة ولا قيمة للنفاية المتخلفة منها . ويمكن التخلص من المعدات القديمة مقابل ١٠ر٠٠٠ جنيه ويمكن استخدام هذه الحصىلة لتغطية عملية ازالتها ، ويمكن أن تتحقق هذه النتائج سواء هذا العام أو العام القادم . وتبلغ تكاليف التشغيل السنوية ٦٠٠ر٠٠٠ جنيه . أما التكاليف الثابتة المرتبطة مباشرة بالعملية فسوف تبلغ ٩٠ر٠٠٠ جنيه دون أن تتضمن الاهلاك على الآلات والمعدات الجديدة بالإضافة الى مبلغ ١٠٠ر٠٠٠ جنيه نسبى الورشة من التكاليف الثابتة العامة للشركة . ويمكن للشركة شراء الكمية اللازمة لها بمبلغ ٨٠٠ر٠٠٠ جنيه . ويبلغ الحد الأدنى للعائد الذى تقبله الشركة ١٥% ، ومعدل الضريبة ٥٠% .

والمطلوب : تحديد فترة الاسترداد ومعدل العائد الداخلى .

التمرين التاسع :

تقوم احدى الشركات بدراسة المشروعات الرأس مالية الخاصة بها ، وتحتاج اليك فى تقييم مشروع شامل لتطوير العمليات الصناعية :

(١) برنامج الانفاق الرأس مالية :

- | | | |
|------------------|---------|-----------------------------------|
| المشروع الأول : | ٣٠٠ر٠٠٠ | نظام جديد للقوى المحركة . |
| المشروع الثانى : | ١٠٠ر٠٠٠ | توسيع مصنع (٣) . |
| المشروع الثالث : | ٦٠٠ر٠٠٠ | احلال الآلة القديمة . |
| المشروع الرابع : | ٨٠٠ر٠٠٠ | مشروعات تطوير العمليات الصناعية . |

(٢) لا تتطلب الشركة حد أدنى للعائد على نظام القوى المحركة أو توسيع مصنع (٣) وتتطلب ٦٪ على مشروع الاحلال ، وترغب الشركة أن تحقق مشروعات تطوير العمليات عائد يفوق متوسط تكلفة رأس المال المطلوب لتحويل المشروعات الأولى والثاني والرابع .

(٣) بالنسبة للمشروع الرابع يتم استثمار ٧٥٠٠٠ جنيه قبل أن تبدأ العمليات يوم كامل . ويتم استثمار المشروع على أساس جزئ من مجموع أرقام السنوات الثلاث والتي يتخلف في نهايتها ثغاية تعادل ١٥٠٠٠ جنيه ، ذلك بالإضافة للبيانات التالية :

فترة الزمن	الايرادات	التكاليف المتغيرة	الديانة والضرائب والتأمين
صفر - ١	٨٠٠٠٠	٣٥٠٠٠	٨٠٠٠٠
١ - ٢	٩٥٠٠٠	٤١٠٠٠	١١٠٠٠
٢ - ٣	٦٠٠٠٠	٢٥٠٠٠	١٢٠٠٠

ويمكن إعادة استثمار الأموال المستردة خلال كل من السنوات الثلاث بمعدل يعادل ١٥٪ ولذلك فإن كل استرداد يمكن أن يستثمر في المتوسط لمدة الستة شهور الأخيرة من السنة .

(٤) هيكل رأس مال الشركة :

سندات ٥٪	٣٥٠٠٠٠٠٠
اسهم ممتازة ٤٪ القيمة الاسمية ١٠٠ جنيه	١٧٥٠٠٠٠٠
الاسهم العادية والأرباح المحجوزة	٢٩٧٥٠٠٠٠
	<u>٣٥٠٠٠٠٠٠</u>

(٥) بيانات إضافية أخرى : سعر السوق المكاسب المتوقعة التوزيعات على

الاسهم الممتازة	ج	ج	ج
١٢٠	—	٤ر	ج
٥٠	٣ر٢	١ر٦	ج

(٦) معدل ضريبة الدخل ٥٠ ٪ .

- والمطلوب : (١) تحديد صافي القيمة الحالية للمشروع الرابع .
- (٢) تحديد الحد الأدنى لمعدل العائد على المشروع الرابع اللازم لتغطية متوسط تكلفة رأس المال للمشروعين الأول والثاني بالإضافة الى الرابع ، مفترضا أنه من الضروري احلال الآلة القديمة .
- (٣) اذا كان صافي القيمة الحالية للمشروع الرابع ١٥٠٠٠ ر. ١٥٠٠٠ جنيهه فما هو معدل العائد على هذا المشروع .

الباب الثانى فى

بحوث العمليات والنماذج الكمية

الفصل الأول في البرمجة الخطية بعض النماذج الأساسية

١- مقدمة :

البرمجة الخطية هي طريقة رياضية تمكن من التوصل لأفضل الحلول الممكنة لمجموعة من المشاكل التي تتوافر فيها شروط رياضية معينة . والواقع أن لفظة " برمجة " تشير الى الطريقة المنتظمة التي يتم على أساسها التوصل الى الحل الأمثل للمشكلة موضوع التطبيق من بين كل الحلول المتاحة والممكنة . كما أن لفظة " خطية " تشير الى الشروط الواجب توافرها في المشكلة موضوع التطبيق حتى يتثنى حلها بالبرمجة الخطية . وسوف تكون الطريقة المنتظمة وشروط التطبيق موضوعا للتفصيل فيما بعد .

ويرجع الفضل لجورج دانتزج George B. Dantzig في اكتشاف " الطريقة المنتظمة " لحل مجموعة المشاكل التي تتوافر فيها شروط الخطية ، فقد نشر أول بحث عنها في الولايات المتحدة سنة ١٩٤٧ . وعرفت هذه الطريقة المنتظمة منذ ذلك الحين بطريقة السمبلكس Simplex Method . وحيث تقوم طريقة السمبلكس على تكرار تطبيق مجموعة محددة من القواعد حتى يتم التوصل الى حل المشكلة موضوع التطبيق ، فقد أصبحت سهلة التطبيق على الحاسبات الآلية . وقد أدى ذلك الى إمكان تطبيقها على عدد كبير من المشاكل التي تنطوي على عدد كبير جدا من المتغيرات . وأصبحت البرمجة الخطية من الأساليب رائجة التطبيق في مجالات البحث العلمي النظري ولحل المشاكل العلمية في مجالات الصناعة والزراعة والنقل والمواصلات وفي حل المشاكل الاقتصادية والهندسية وغيرها . وتطبق البرمجة الخطية بنجاح في مجالات تخطيط وجدولة الانتاج الصناعي واختيار نسبة مزج المدخلات ، وفي تخطيط وجدولة الانتاج الزراعي وتحديد المواصفات المثالية للأعلاف ، وفي الاقلال من الفاقد والهدام ، وفي

تخطيط وجدولة النقل بشتى الطرق ، وذلك بالإضافة الى العديد من التطبيقات العسكرية والتخطيط الاقتصادى على المستوى القومى بصفة عامة .

٢ — متطلبات تطبيق البرمجة الخطية :

يجب أن تتوافر فى المشكلة موضوع تطبيق البرمجة الخطية وفى الظروف البيئية المحيطة بها مجموعة من الشروط الأساسية . فالبرمجة الخطية ، مثلها فى ذلك مثل أى من أساليب ونماذج التحليل الكمي الأخرى ، لاتصلح للاستخدام فى كل المشاكل ، وإنما هى محدودة بتوافر شروط تطبيقها . وبصفة عامة ، يجب أن يتوافر فى المشكلة موضوع التطبيق الشروط والخصائص التالية :

١ — يجب أن يكون الهدف المرغوب التوصل اليه من حل المشكلة واضحاً ومحدداً تحديداً دقيقاً ويمكن صياغته فى صيغة رياضية صريحة . فهدف تحقيق أقصى قدر ممكن من الأرباح من انتاج وبيع تشكيلة معينة من المنتجات مثلاً يختلف عن هدف جدولة الانتاج بصرف النظر عن الربحية . فيمكن جدولة الانتاج لاستغلال الطاقة بالكامل فى الوقت الذى يؤدي فيه هذا الاستغلال الكامل للطاقة الى انخفاض الأرباح . كما أنه لن يمكن تطبيق البرمجة الخطية لتعظيم الأرباح ما لم تتوافر بيانات دقيقة عن أسعار البيع والتكاليف الخاصة بكل من المنتجات المرغوب راستها فى التشكيلة . فبدون هذه البيانات لا يمكن وضع الهدف فى صيغة رياضية صريحة .

٢ — يجب أن تعكس الصيغة الرياضية للهدف المراد تحقيقه علاقة خطية متجانسة من الدرجة الأولى . (١) ويعنى ذلك أن مضاعفة حجم تشكيلة المنتجات مثلاً مع بقا "نسبة المزج على حالها" يؤدي الى مضاعفة الأرباح المباشرة (والتي تتمثل فى سعر البيع مخصوماً منه التكلفة المتغيرة) ومؤدى ذلك من وجهة النظر الاقتصادية هو ثبات غلة الحجم بالنسبة للموارد المتغيرة ، والتنافس التام فى سوق هذه العوامل وفى سوق المنتجات .

(١) تسمى العلاقة $E = D(S, V)$ متجانسة من الدرجة n اذا كان لأي مقدار ثابت B تكون العلاقة $E = (BS, V) = B^n D(S, V)$ ، وتكون العلاقة خطية من الدرجة الأولى اذا كانت $n = 1$ ، حيث n تمثل أكبر الأسس فى حدود العلاقة .

٣ — يجب أن تكون الموارد موضوع الاستغلال فى المشكلة محدودة المقدار المتاح منها ومحدودة فى صورة كمية . وتمثل هذه الموارد القيود أو الحدود التى فى ظل المتوافر أو القائم منها يتم الوصول الى أفضل الحلول الممكنة . والواقع أن أفضل المشاكل حلا عن طريق البرمجة الخطية هى تلك التى يتوافر فيها عدد معروف من الموارد النادرة أو المحدودة المقدار أو القدرة ويرجى استغلالها لتحقيق أقصى قدر ممكن من الاشباع الذى يحدده الهدف .

٤ — يجب أن يتوافر للمشكلة عدداً من بدائل الحل تكون من الكثرة بحيث لا يمكن اختيار أفضلها بالطرق التقليدية . فإذا كانت المشكلة ذات حل أوحد فلا داعى لاستخدام أى أسلوب لحلها حيث لا يوجد بدائل للمفاضلة والاختيار من بينها .

٥ — يجب أن تكون العلاقات بين الموارد المحدودة ومتغيرات الهدف المراد تحقيقه علاقات خطية متجانسة من الدرجة الأولى ، وقابلة للصياغة فى صورة رياضية صريحة . وبمعنى آخر فيجب أن تكون متغيرات المشكلة فى علاقات خطية متجانسة مع بعضها البعض . وعند ما يكون متغيران فى علاقة خطية مع بعضهما البعض فإن أى تغير فى أحدهما يؤدى الى أحداث تغير بنفس النسبة فى الآخر ايجاباً أو سلباً على حسب نوع العلاقة الخطية .

٦ — يجب أن تتوافر البيانات الكمية الدقيقة والمؤكدّة عن نسق سلوك كل من متغيرات الهدف بالنسبة للحجم ، وبالنسبة لبعضها البعض ، ومن حيث علاقة كل منهما بكل من الموارد النادرة محدودة المقدار أو القدرة ، وعن الكميات المتاحة من كل من الموارد النادرة ، وعن البيئة المحيطة بحل المشكلة ومتغيراتها المؤثرة فى امكانيات الحل أو فى كفاءته .

هذا ولا يعد نموذج البرمجة الخطية بدىلاً للإدارة الجيدة الرشيدة فى مجالات الأعمال . فالواقع أن استخدام البرمجة الخطية يقتضى توافر إدارة جيدة واعية وتواقّة لتحقيق أهدافها على أسس علمية موضوعية . فالبيانات التكاليفية الدقيقة اللازمة لاستخدام البرمجة الخطية لا يمكن توفيرها دون وجود نظام جيد لحاسبة التكاليف ، كما أن البيانات السعرية والتسويقية اللازمة لا يمكن توفيرها دون توافر إدارة مبيعات واعية ومشجعة لبحوث السوق ، كما لا يمكن الحصول على البيانات اللازمة عن معاملات استخدام

الموارد المحدودة المقدار والقدرة دون وجود ادارة هندسية متطورة تعمل على أسس علمية حديثة . وإذا كان الهدف المراد بلوغه من الأهمية بمكان من حيث التحديد الدقيق والصيغة الملائمة ، فان كفاءة الادارة العليا ولاشك تعد المحدد الأساسي في هذا المضمار . ومتى توافرت هذه العوامل والشروط في الادارة والأنظمة المساعدة لها في أداء وظائفها فان البرمجة الخطية تصبح من الأساليب الهامة والأكثر فعالية في توجيه ومساعدة الادارة في انجاز أهدافها وأداء وظائفها الأساسية .

٣ — أركان النموذج النطلي للبرمجة الخطية :

نعرض لأركان النموذج النطلي للبرمجة الخطية عن طريق مشكلة مبسطة نقوم بحلها بيانياً ، بغية التعرف على بعض الخصائص الهامة للنموذج وتحديد أركانه .

٣ — ١ مشكلة مبسطة :

لنفرض احدى المنشآت التي تقوم بإنتاج نوعين نمطين من المنتجات ، ويتم انتاج كل من المنتجين على مرحلتين انتاجيتين : الأولى آلية حيث يتم تصنيع الأجزاء الرئيسية لكل من المنتجين ، والثانية يدوية حيث يتم تجهيز وضبط وتشطيب وتعبئة كل من المنتجين . وتبلغ الطاقة المحدودة والمتاحة في المرحلة الأولى ٣٢٠ ساعة / عمل آلة في الفترة التكاليفية بينما تبلغ طاقة المرحلة الثانية المحدودة والمتاحة ٢٤٠ ساعة / عمل عامل في الفترة . وتباع الوحدة من المنتج الأول بمبلغ ١٨ جنيه ، بينما تباع الوحدة من المنتج الثاني بمبلغ ٢٥ جنيه . وتبلغ التكلفة المتغيرة للوحدة من المنتج الأول من مواد وأجور ومصاريف صناعية متغيرة ١٣ جنيه بينما تبلغ للمنتج الثاني ١٩ جنيه . وتحتاج الوحدة من المنتج الأول الى ثلاث ساعات من طاقة المرحلة الأولى وساعة واحدة من طاقة المرحلة الثانية بينما تحتاج الوحدة من المنتج الثاني الى ساعتين من طاقة المرحلة الأولى وأربع ساعات من طاقة المرحلة الثانية . هذا وترغب ادارة المنشأة في التعرف على أفضل تشكيلة انتاجية تؤدي الى تعظيم أرباح الفترة التكاليفية .

وتنحصر العوامل المؤثرة في حل هذه المشكلة البسيطة فيما يلي :

أ — سعر بيع كل من المنتجين وتكلفة كيل المتغيرة ،

- ب- والطاقة المحدودة والمتاحة في كل من المرحلتين ،
- ج- واحتياجات كل من المنتجين من طاقة كل من المرحلتين .
- ونتناول كل هذه العوامل بقليل من التفصيل .

٣-١- أ : سعر البيع والتكلفة المتغيرة ودالة الربحية :

من المعروف أن التكلفة تنقسم محاسبيا واقتصاديا الى عناصر متغيرة وعناصر ثابتة . والعناصر المتغيرة في هذا المضمار هي تلك التي ترتبط بحجم انتاج منتج معين وتتأثر بالتغيرات التي تطرأ عليه ايجابا وسلبا تأثرا طرديا . بمعنى أنه عندما يزداد حجم الانتاج تزداد التكاليف المتغيرة وعندما ينخفض حجم الانتاج تنخفض التكاليف المتغيرة للحجم الجديد عن الحجم السابق . وسوف نفترض هنا أن هذه العلاقة الطردية بين التكلفة المتغيرة وحجم انتاج المنتج المعين ذات نسب ثابتة ، أي خطية متجانسة من الدرجة الأولى . وهذا يعني أن التكلفة المتغيرة لوحدة من المنتج تظل مقدارا ثابتا بصرف النظر عن التغيرات في حجم الانتاج . فإذا زاد حجم انتاج المنتج الأول في مثالنا بعالية من وحدة الى عشر وحدات فإن التكلفة المتغيرة لحجم الانتاج تزيد من ١٢ جنيه الى ١٣٠ جنيه ، ومع ذلك تظل التكلفة المتغيرة للوحدة ١٢ جنيه . أما اذا أدى زيادة حجم انتاج المنتج الأول الى ١٠ وحدات الى زيادة التكلفة المتغيرة للحجم الى ١٣٧ جنيه مثلا أو الى ١٢٢ جنيه مثلا فإن العلاقة في هذه الحالة لا تكون خطية . ويجب أن يكون واضحا في ذهن القارئ أنه يلزم لتطبيق البرمجة الخطية أن تكون كل العلاقات خطية .

أما التكاليف الثابتة فهي لا ترتبط بحجم الانتاج في الفترة القصيرة ، وإنما ترتبط بالزمن . ويطلق عليها محاسبيا الأعباء الثابتة ، أو تكاليف الاستمرار في العملية الانتاجية في المدى الطويل ^(١) . هذا ولا يعتمد بالتكاليف الثابتة لأغراض تخطيط الانتاج والأرباح في الفترة القصيرة عن طريق البرمجة الخطية . ولذلك يصبح من الضروري لأغراض تطبيق النموذج توافر نظام محاسبي جيد يؤدي الى توفير معلومات دقيقة عن التكلفة

(١) انظر : د . عبد الحى مرعى ، محاسبة التكاليف لأغراض التخطيط والرقابة (مؤسسة

شباب الجامعة ، ١٩٧٩) .

المتغيرة لكل من المنتجات التي تقوم المنشأة بانتاجها أو تزمع انتاجها .

والعقود بسعر البيع هو السعر الذي تقوم المنشأة موضوع البحث بتصريف المنتج على أساسه سواءً للوسطاء أو للمستهلكين . وتفترض في هذا الصدد أن سعر بيع المنتج الواحد موحد وثابت ولا يتأثر بحجم المبيعات . وسوف نعالج امكانية اختلاف سعر البيع باختلاف منافذ التوزيع فيما بعد ، غير أننا سنظل نفترض أن سعر البيع لا يتأثر بحجم المبيعات .

ويمثل الفرق بين سعر البيع والتكلفة المتغيرة ما يسمى محاسبيا بالربح المباشر ، وهو الفائض من سعر البيع بعد تغطية التكاليف المتغيرة للمنتج ، والمتاح للمشاركة في تغطية التكاليف الثابتة وتحقيق الأرباح الصافية . فمن حصيلة الربح المباشر يتم تغطية التكاليف الثابتة ، والزيادة في الحصيلة تمثل أرباحا صافية ، كما أن العجز فيها يمثل خسائر صافية . وفي ظل افتراضاتنا السابقة يكون الربح المباشر لوحدة المنتج مقدارا ثابتا ، وتكون علاقة حصيلة الربح المباشر للمنتج المعين (أو لتشكيلة ثابتة من المنتجات) علاقة خطية .

وطبقا لما تقدم يكون الربح المباشر للوحدة من كل من المنتجين في المثال بعاليه كالآتي :

سعر بيع الوحدة -	التكلفة المتغيرة للوحدة =	الربح المباشر للوحدة من المنتج
١٨ -	١٣ =	٥ جنيه الأول
٢٥ -	١٩ =	٦ جنيه الثاني

وإذا رمزنا لحجم انتاج المنتج الأول بالرمز x_1 ولحجم انتاج المنتج الثاني بالرمز x_2 فإن دالة الربح المباشر ، أو دالة الربحية ، للمنتجين معا تكون كالآتي :

$$دالة الربحية = ٥س١ + ٦س٢ \quad [١]$$

وهي تعني أن حصيلة الربح المباشر من انتاج وبيع المنتجين تتكون من ٥ جنيه مضروبة في عدد الوحدات (s_1) التي يتم انتاجها وبيعها من المنتج الأول مضافا اليها ٦ جنيه مضروبة في عدد الوحدات (s_2) التي يتم انتاجها وبيعها من المنتج الثاني .

وحيث أن المنشأة التي افترضناها تهدف الى تعظيم الأرباح ، وحيث أن تعظيم حصيلة الأرباح المباشرة يؤدي الى تعظيم الأرباح الصافية مادامت التكاليف الثابتة لا تتأثر

بحجم الانتاج والمبيعات ، فان دالة الربحية يطلق عليها دالة الهدف ، وهى الركن الأول من أركان نموذج البرمجة الخطية . وتعتبر دالة الهدف دالة التفضيل والاختيار بين البدائل للتوصل الى أفضلها على الاطلاق .

٣-١- ب : الطاقة المحدودة والمتاحة ومنطقة الامكانيات :

تمثل الطاقة المحدودة والمتاحة الموارد النادرة المراد استغلالها أفضل استغلال ممكن لتحقيق الهدف المرغوب على أفضل صورة ممكنة . ويمثل المقادير المحدود والمتاح منها الحد الأقصى لما يمكن استخدامه خلال الفترة ، وبالتالي فهو يمثل مجموعة القيود المحددة لامكانيات تحقيق الأهداف . فكل مستوى من الأهداف يتطلب لأغراض تحقيقه قدرا يقل عن ما هو متاح من الموارد الثابتة أو يساويه يصبح مستوى ممكن التحقيق من الأهداف . أما أية مستوى يتطلب قدرا يزيد عما هو متاح من هذه الموارد فهو غير قابل للتحقيق ويخرج عن حدود الامكانيات المتاحة . فأى حجم انتاج فى مثالنا السابق يتطلب مايزيد عن ٣٢٠ ساعة / عمل آلة أو مايزيد عن ٣٤٠ ساعة / عمل عامل فى الفترة التكاليفية يعتبر خارج على حدود امكانيات الموارد المتاحة ولا يمكن تحقيقه . وتحدد الطاقة المحدودة والمتاحة لمجموعة الموارد الثابتة بصفة مجتمعة منطقة الامكانيات التى فى حدودها يمكن تحقيق الأهداف المرغوبة . وفى مثالنا السابق ، بينما يمكن انتاج ١٦٠ وحدة من المنتج الثانى (٣٢٠ ساعة / عمل آلة + ٢) فى المرحلة الأولى فانه لا يمكن انتاج مايزيد عن ٨٥ وحدة من نفس المنتج (٣٤٠ ساعة / عمل عامل + ٤) فى المرحلة الثانية . وبالتالي يكون هدف انتاج مايزيد عن ٨٥ وحدة من المنتج الثانى خارج امكانيات الموارد المتاحة بصفة مجتمعة (المرحلة الأولى والمرحلة الثانية) بينما انتاج ٨٥ وحدة أو أقل من نفس المنتج يقع فى حدود امكانيات هذه الموارد .

ولعله من الواضح أنه ما لم توجد موارد محددة المقدار أو القدرة تلزم لتحقيق الأهداف المرغوبة فانه لن يكون هناك قيود أو عوائق فى سبيل تحقيق أية مستوى من هذه الأهداف . وفى ظل هذه الظروف لن تكون هناك مشكلة يرجى التوصل الى حل لها . وبمعنى آخر فانه يلزم أن تتواجد مشكلة ندره حتى يمكن تطبيق البرمجة الخطية .

وحيث أن المقدار المحدود من الموارد المحدودة يضع قيودا على امكانيات تحقيق الأهداف فان تحديد هذا المقدار على وجه الدقة وبدرجة عالية من التأكد يصبح من

مستلزمات التوصل لأفضل الحلول الممكنة للمشكلة قيد البحث والدراسة . فأى خطأ فى تحديد مقدار المتاح من الموارد بالزيادة قد يؤدى الى التوصل الى حل لا يمكن تحقيقه للمشكلة . كما أن أى خطأ فى تحديد هذا المقدار بالنقص قد يؤدى الى حل غير مثالى للمشكلة الحقيقية .

٣-١- ج : احتياجات المنتجات من طاقة الموارد وقيود النموذج :

تمثل احتياجات المنتجات من الموارد علاقات المستخدم من الموارد الثابتة والمنتج . ويلزم فى نموذج البرمجة الخطية أن تكون هذه العلاقات خطية متجانسة من الدرجة الأولى . بمعنى أنه اذا كانت الوحدة من المنتج الأول تحتاج الى ثلاث ساعات من طاقة المورد الأول فان وحدتين من المنتج نفسه يجب أن تستنفد ٦ ساعات من المورد نفسه و ١٠ وحدات من المنتج نفسه تستلزم استنفاد ٣٠ ساعة من المورد نفسه وهكذا . ويعبر عن ذلك اقتصادياً بأن دالة الانتاج تكون خطية متجانسة من الدرجة الأولى ، أو بثبات غلة الموارد الثابتة من حجم الانتاج .

واذا ما رجعنا للمثال بعاليه ، ومذكرين أننا رمزنا للمنتج الأول بالرمز x_1 وللمنتج الثانى بالرمز x_2 ، فاننا نستطيع التعبير عن علاقات المنتجات بالموارد فى هذا المثال بالصورة الجبرية المبسطة التالية :

$$\begin{aligned} \text{المرحلة الأولى : } & 3x_1 + 2x_2 \leq 220 \text{ ساعة / عمل آلة (١ / ٢) } \\ \text{المرحلة الثانية : } & x_1 + 4x_2 \leq 240 \text{ ساعة / عمل عامل (٢ / ٢) } \end{aligned} \quad [٢]$$

وتعنى المتباينة (١ / ٢) أن عدد الوحدات التى يتم انتاجها من المنتج الأول (x_1) مضروبة فى احتياجات كل وحدة من طاقة المرحلة الأولى (٣ ساعات) مضافا اليها عدد الوحدات التى يتم انتاجها من المنتج الثانى (x_2) مضروبة فى احتياجات كل وحدة من طاقة المرحلة الأولى (ساعتين) يجب أن لا يزيد مجموع حاصل هذا الضرب عن الطاقة المتاحة فى هذه المرحلة (٢٢٠ ساعة / عمل آلة) ، أو يجب أن يقل عنه أو يساويه () . كذلك الأمر بالنسبة للمتباينة (٢ / ٢) بالنسبة للمرحلة الثانية .

ويطلق على المتباينتين [٢] القيود الموضوعية لمشكلة البرمجة الخطية ، وهى الركن الثانى من أركان النموذج . كما يطلق على احتياجات المنتجات من الموارد معاملات الاستخدام أو المعاملات الفنية . فمعامل استخدام المنتج الأول من المرحلة

الأولى ٣، ومعامل استخدام نفس المنتج من المرحلة الثانية ١ ، بينما معامل استخدام المنتج الثانى من المرحلة الأولى ٢ ومعامل استخدام هذا المنتج من المرحلة الثانية ٤ . ويلزم أن تكون هذه المعاملات ثابتة بصرف النظر عن التقلبات فى حجم الانتاج . كما يلزم أن يتم تحديد هذه المعاملات بدقة متناهية وبدرجة عالية من التأكد حتى يؤدى نموذج البرمجة الى التوصل الى الحل الأمثل الحقيقى للمشكلة .

هذا ويمكن وضع [٢] فى صورة جبر المصفوفات لتبرز مصفوفة معاملات الاستخدام كالآتى :

$$[٢] \begin{bmatrix} ٣ & ٢ & ٠ \\ ٣ & ٤ & ٠ \end{bmatrix} \geq \begin{bmatrix} ١ & ٣ \\ ٢ & ٣ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} ٢ & ٣ \\ ٤ & ١ \end{bmatrix}$$

ويطلق على المصفوفة الأولى مصفوفة معاملات الاستخدام أو المعاملات الفنية ويرمز لها بالرمز [أ] ، كما يطلق على المصفوفة الثانية [١] متجه عمود الانتاج [س] ، ويطلق على المصفوفة الثالثة [٢] متجه عمود الكميات [ب] أى أن [٢] يمكن التعبير عنها رمزيا بجبر المصفوفات كالآتى :

$$[أ] [س] \geq [ب]$$

ويلاحظ فى مثالنا الجارى أنه من غير المنطقى أن يكون حجم انتاج أى من المنتجين أقل من الصفر ، ذلك لأنه لا يمكن انتاج حجم انتاج سالب . ويعنى ذلك أن الحد الأدنى لحجم الانتاج من المنتج الأول هو الصفر ، وكذلك بالنسبة للحد الأدنى لحجم انتاج المنتج الثانى . ويتم التعبير عن ذلك رمزيا كالآتى :

$$\begin{matrix} ١ & \leq & \text{صفر} \\ ٢ & \leq & \text{صفر} \end{matrix} \quad [٣]$$

وبجبر المصفوفات يكون :

$$[س] \leq \text{صفر}$$

ويطلق على المتباينتين [٢] قيود عدم السالبة أو القيود التلقائية فى نموذج البرمجة الخطية ، وهى الركن الثالث من أركان النموذج .

٢-٢ الصياغة الرياضية للمشكلة — النموذج النمطى للبرمجة الخطية :

يتحدد الهدف المراد تحقيقه بحل المشكلة بالمعادلة رقم [١] ، ويتحقق هذا الهدف في ظل القيود المفروضة بالمتباينتين [٢] والتلقائية الظاهرة في المتباينتين [٣] .
وحيث أن الهدف المراد تحقيقه هو تقصية (تعظيم) حصيلة الأرباح المباشرة التي نرسم لها بالرمز (ع) فان الصيغة الرياضية للمشكلة تتخذ الشكل الآتى :

$$\text{عظم ع} = ١٥س١ + ٦س٢ \quad [١] \text{ دالة الهدف}$$

في ظل :

$$[٢] \text{ القيود الموضوعية } \begin{cases} (١ / ٢) \quad ٣٢٠ \geq ٢س٢ + ١س٣ \\ (٢ / ٢) \quad ٣٤٠ \geq ٢س٤ + ١س١ \end{cases}$$

$$[٢] \text{ القيود التلقائية } \begin{cases} ١س \leq \text{صفر} \\ ٢س \leq \text{صفر} \end{cases}$$

والمشكلة بهذه الصيغة هي في صورة نموذج تقصية أرباح نمطى للبرمجة الخطية .

٣-٢ الطريقة البيانية ودلالات أركان النموذج :

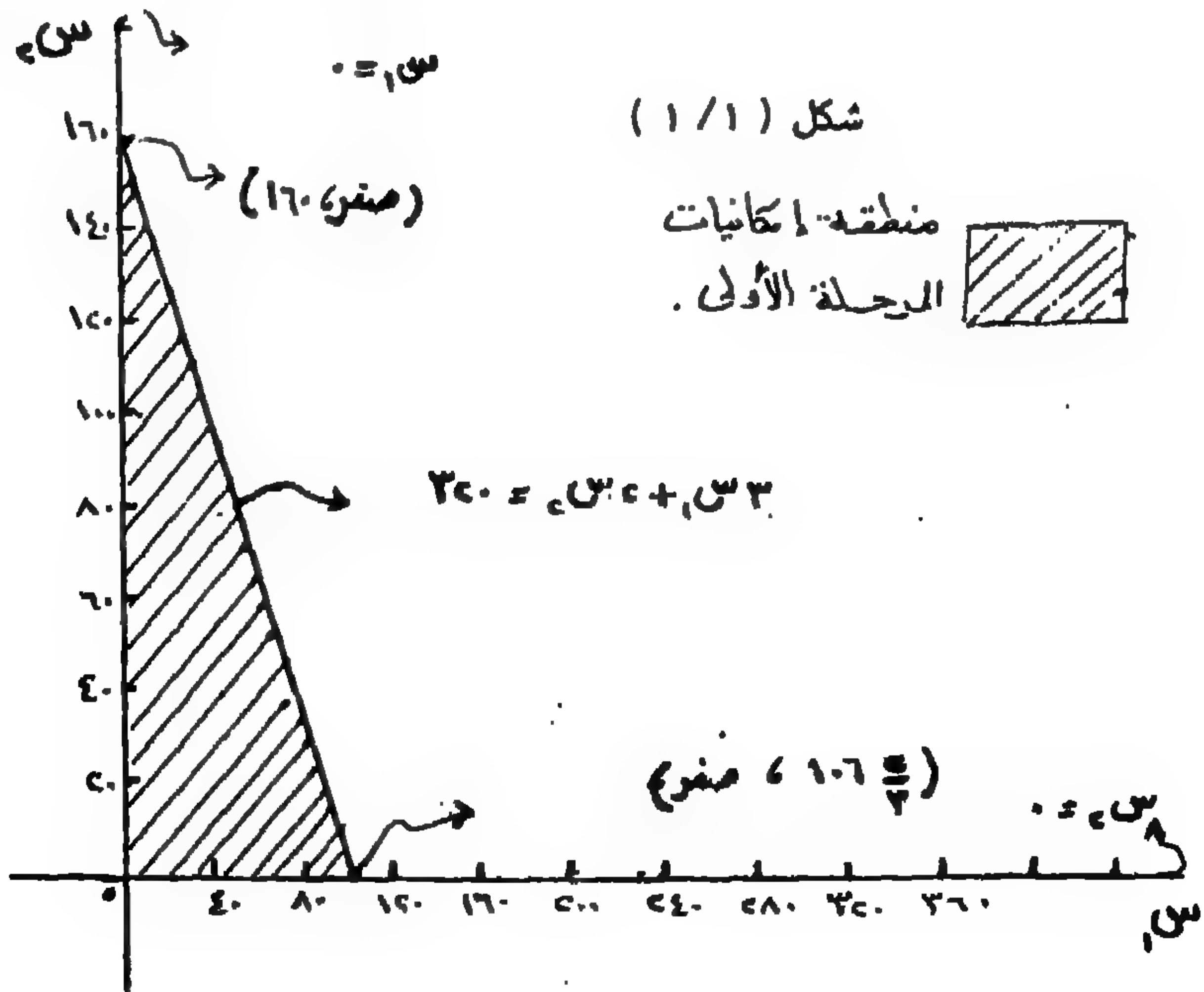
يلاحظ أن المشكلة موضوع المثال في متغيرين هما $س١$ و $س٢$ ، وبالتالي يصبح من السهل توضيح حلها بيانيا على رسم بياني عادي ذا محورين . ولنبدأ بالقيود التلقائية [٣] ، والتي تنص على أن $س١$ يجب أن لا يقل عن الصفر ، وكذلك بالنسبة للمتغير $س٢$. ويعنى ذلك أن أى نقطة على الرسم البياني يكون فيها $س١$ أو $س٢$ أقل من الصفر (أى بإشارة سالبة) تصبح خارج نطاق المشكلة ولا تعتبر مقبولة . ويترتب على ذلك أن موضوع اهتمامنا يجب أن يتركز على الربع الأول الموجب من الرسم البياني ، حيث يكون فيه كل من $س١$ ، $س٢$ أكبر من الصفر أو يساويه (\leq صفر) . ولننظر الى الرسم البياني الموضح في الشكل رقم (١ / ١) لنجد أن معادلة الخط المستقيم الممثل لمحور $س١$ (المحور الأفقى) هي $س٢ = \text{صفر}$ ، كما أن أى نقطة فوق هذا الخط تكون فيها $س٢ < \text{صفر}$. كذلك بالنسبة لمعادلة الخط المستقيم الممثل لمحور $س٢$ (المحور الرأسى) فهي $س١ = \text{صفر}$ ، كما أن أى نقطة على يمين هذا الخط تكون فيها $س١ < \text{صفر}$ ، ومن

شم تكون منطقة اهتمامنا هي الربع الأول من الرسم ، وتنتهى مهمة القيود التلقائية .
ويعنى ذلك أن القيود التلقائية تحدد منطقة الامكانيات بما لا يجيز انتاج أحجام انتاج
سالبة ، وهو أمر منطقي .

وإذا ما انتقلنا الى القيود الموضوعية [٢] لوجدنا أن كل منها يمكن تقسيمه الى
شقين . فالقيد الأول (١ / ٢) الخاص بالمرحلة الأولى مثلا يمكن فيه تقسيم علاقة التباين
(\geq أقل من أو يساوى) الى عنصرين ، الأول هو أقل من ($>$) والثانى هو يساوى
($=$) ، وبذلك يكون شقى هذا القيد كالآتى :

$$(1/2) \quad \begin{cases} \text{الشق الأول : } 320 > 2س٢ + 3س١ \\ \text{الشق الثانى : } 320 = 2س٢ + 3س١ \end{cases}$$

ويمثل الشق الثانى معادلة خط مستقيم يمكن رسمه على رسم بياني عادى ، كما أن الشق
الأول يمثل المساحة التى تقع على يسار الخط المستقيم والى أسفله ، حيث كل نقطة فى
هذه المساحة يكون فيها المجموع الجبرى لاحتياجات المنتجين أقل من الطاقة المتاحة
فى المرحلة الأولى . ويظهر الشكل رقم (١ / ١) ما تقدم ، حيث نجد أن القيود التلقائية
تحدد موضوع الاهتمام بالربع الأول ، ونجد أن القيد الموضوعى (١ / ٢) يحدد منطقة
الامكانيات المتاحة فى المرحلة الأولى بالمساحة المظللة فى الشكل .



كذلك الأمر بالنسبة للمرحلة الثانية ، فالمساحة المظللة الواقعة تحت الخط المستقيم س_١ + ٤ س_٢ = ٣٤٠ تمثل الامكانيات المتاحة بطاقة المرحلة الثانية بصيغة مستقلة عن المرحلة الأولى . ولذلك فان أية نقطة واقعة في هذه المساحة أو على حدودها تتحقق بالطاقة المتاحة في هذه المرحلة . فالنقطة ك مثلا حيث س_١ = ١٦٠ ، س_٢ = ٤٠ تتطلب ١٦٠ × ١ + ٤٠ × ٤ = ٣٢٠ ساعة من طاقة المرحلة بينما الطاقة المتاحة للمرحلة ٣٤٠ ساعة .

غير أن أى من هاتين النقطتين لا يمكن تحقيقه بكلا المرحلتين معا ، فرغم أن النقطة م قابلة التحقيق في حدود طاقة المرحلة الأولى فهي خارج حدود طاقة المرحلة الثانية . فتحقيق هذه النقطة يتطلب توافر : ٢٠ × ١ + ١١٠ × ٤ = ٤٦٠ ساعة من طاقة المرحلة الثانية بينما المتاح فيها هو ٣٤٠ ساعة فقط . كذلك الأمر بالنسبة للنقطة ك فهي تقع خارج امكانيات المرحلة الأولى ، حيث يتطلب تحقيقها : ١٦٠ × ٣ + ٤٠ × ٢ = ٥٦٠ ساعة بينما طاقة المرحلة ٣٢٠ ساعة فقط .

أما النقطة ل فهي تقع داخل امكانيات كل من المرحلتين معا وبالتالي فيمكن للمنشأة تحقيقها . فحيث س_١ = ٤٠ و س_٢ = ٦٠ عند النقطة ل ، فان احتياجاتها من طاقة المرحلتين تكون كالآتي :

من المرحلة الأولى : ٤٠ × ٣ + ٦٠ × ٢ = ٢٤٠ ساعة

من المرحلة الثانية : ٤٠ × ١ + ٦٠ × ٤ = ٢٨٠ ساعة

وهي احتياجات تقل عن الطاقات المتاحة في كل من المرحلتين .

وبتحديد منطقة الامكانيات المتاحة للمرحلتين معا كما هو واضح من الشكل (٢ / ١) بالمساحة المظللة تظليلا مزدوجا ، وهي محصورة بين نقطة الصفر والنقاط ه و ط . وأى نقطة تقع داخل هذه المنطقة أو على حدودها يكون من الممكن تحقيقها، وتمثل حلا ممكنا للمشكلة قيد البحث . ومن الواضح أن عدد النقاط الممكنة في هذه المنطقة - منطقة الامكانيات المشتركة - هو عدد لانهاى ، ومن ثم يصبح للمشكلة عددا لانهايا من الحلول الممكنة . والمقصود بالحل الممكن في هذه الحالة هو الحل القابل للتحقيق في ظل قيود الامكانيات المتاحة بصيغة مجتمعة . وفى مثالنا قيد البحث يكون الحل الممكن هو أى تشكيلة انتاجية من المنتجين الأول والثانى لا يقل فيها حجم انتاج أى من المنتجين

عن الصفر ، ويمكن انتاجها بالطاقات المتاحة في المرحلتين الانتاجيتين معا .
ولعلنا نتذكر من معلوماتنا في مبادئ علم الاقتصاد أنه لا يكون في صالح المنشأة أن تنتج عند أية نقطة تقع داخل منطقة الامكانيات وليست على حدودها الخارجية مادامت تستطيع تصريف انتاجها دون تخفيض السعر . والواقع أنه يكون في صالح المنشأة دائما ، في ظل هذه الظروف ، أن يكون انتاجها عند نقطة واقعة على الحدود الخارجية لمنطقة الامكانيات . ففي مثالنا الجاري يكون في صالح المنشأة أن تنتج عند نقطة تقع على الخط المنكسر ه و ط في الشكل رقم (٢ / ١) . غير أن عدد النقاط الواقعة على الحدود الخارجية لمنطقة الامكانيات يكون هو الآخر لانهايا ، ومن ثم يلزم توافر معيار أو أداه للتفضيل فيما بينها يمكن من اختيار الأفضل دون حاجة الى فحص كل النقاط الممكنة ، ذلك أن فحص كل النقاط الممكنة يعتبر أمرا شاقا ومستحيلا .

ويقوم نموذج البرمجة الخطية على مبدأ عام مؤداه أن أفضل الحلول الممكنة لمشكلة البرمجة الخطية يقع عند أحد أركان منطقة الامكانيات ، اذا كان للمشكلة حلا فريدا مفضلا . ويؤدي هذا المبدأ الى عدم ضرورة فحص كل الحلول الممكنة على حدود منطقة الامكانيات ، وهي لانهاية العدد كما ذكرنا ، وانما يكتفى بفحص الحلول الركنية ، أي التي تقع عند أركان منطقة الامكانيات ، واختيار الأفضل من بينها ، من حيث القدرة على تحقيق الهدف المرغوب .

واذا نظرنا للشكل رقم (٢ / ١) لوجدنا أننا لدينا ، بخلاف نقطة الصفر ، ثلاثة أركان تقع على الحدود الخارجية لمنطقة الامكانيات عند النقاط ه ، و ، ط . وحيث أن النقطة صفر تعني عدم انتاج أي شيء ومن ثم عدم تحقيق أرباح ، فهي لاتعد وأن تكون نقطة انطلاق ولا تحتاج لفحص اضافي ، ويتطلب الأمر لفحص النقاط الثلاثة الأخرى في مثالنا الجاري تحديد احداثي كل منها حيث تمثل الاحداثيات حجم انتاج كل من المنتجين والممكن تحقيقه عند النقطة المعينة . ويتحدد احداثي النقطة ه بحل المعادلة :

$$٣س١ + ٢س٢ = ٣٢٠$$

للمتغير س١ ، حيث س٢ = صفر

ويتحدد احداثي النقطة و بحل المعادلتين التاليتين معا :

$$(أ) \quad ٣٢٠ = ٢س٢ + ١س٣$$

$$(ب) \quad ٣٤٠ = ٢س٤ + ١س٥$$

وبضرب المعادلة (أ) فى ٢ وإضافتها جبريا للمعادلة (ب) ينتج :

$$٦٤٠ - = ٢س٤ - ١س٦$$

$$٣٤٠ = ٢س٤ + ١س٥$$

$$٣٠٠ - = ١س٥ -$$

ومنها $١س٥ = ٦٠$ وحدة ، وبالتعويض لقيمة $١س٥$ فى أى من (أ) أو (ب) نحصل على قيمة

$$٢س٤ = ٢٠ وحدة .$$

ويحدد احداثى النقطة ط بحل المعادلة :

$$٣٤٠ = ٢س٤ + ١س٥$$

للمتغير $٢س٤$ ، حيث $١س٥ =$ صفر بالتعريف عند هذه النقطة .

وتكون أحجام الانتاج الممكنة عند كل من النقاط الثلاثة ، على هذا الأساس

كالاتى :

النقطة	١س٥	٢س٤
هـ	$\frac{٢}{٣} ١٠٦$	صفر
و	٦٠	٧٠
ط	صفر	٨٥

وتصبح المشكلة محصورة فى المفاضلة بين هذه النقاط الثلاثة .

ويكون معيار المفاضلة هو دالة الربحية التى تمثل دالة الهدف فى مثالنا الجارى

(المعادلة [١]) ، وبالتعويض من قيم $١س٥$ ، $٢س٤$ فى هذه الدالة لكل من النقاط

الثلاثة يتم حساب حصيلة الأرباح المباشرة التى تتحقق عند كل منها . وحيث أن الهدف

هو تقصية الأرباح المباشرة ، فإن الحل الأمثل للمشكلة يقع عند النقطة التى تحقق

أكبر حصيلة من هذه الأرباح المباشرة . ويكون ذلك للمثال تحت البحث كالاتى :

$$\text{دالة الهدف : } ع = ١س٥ + ٢س٦$$

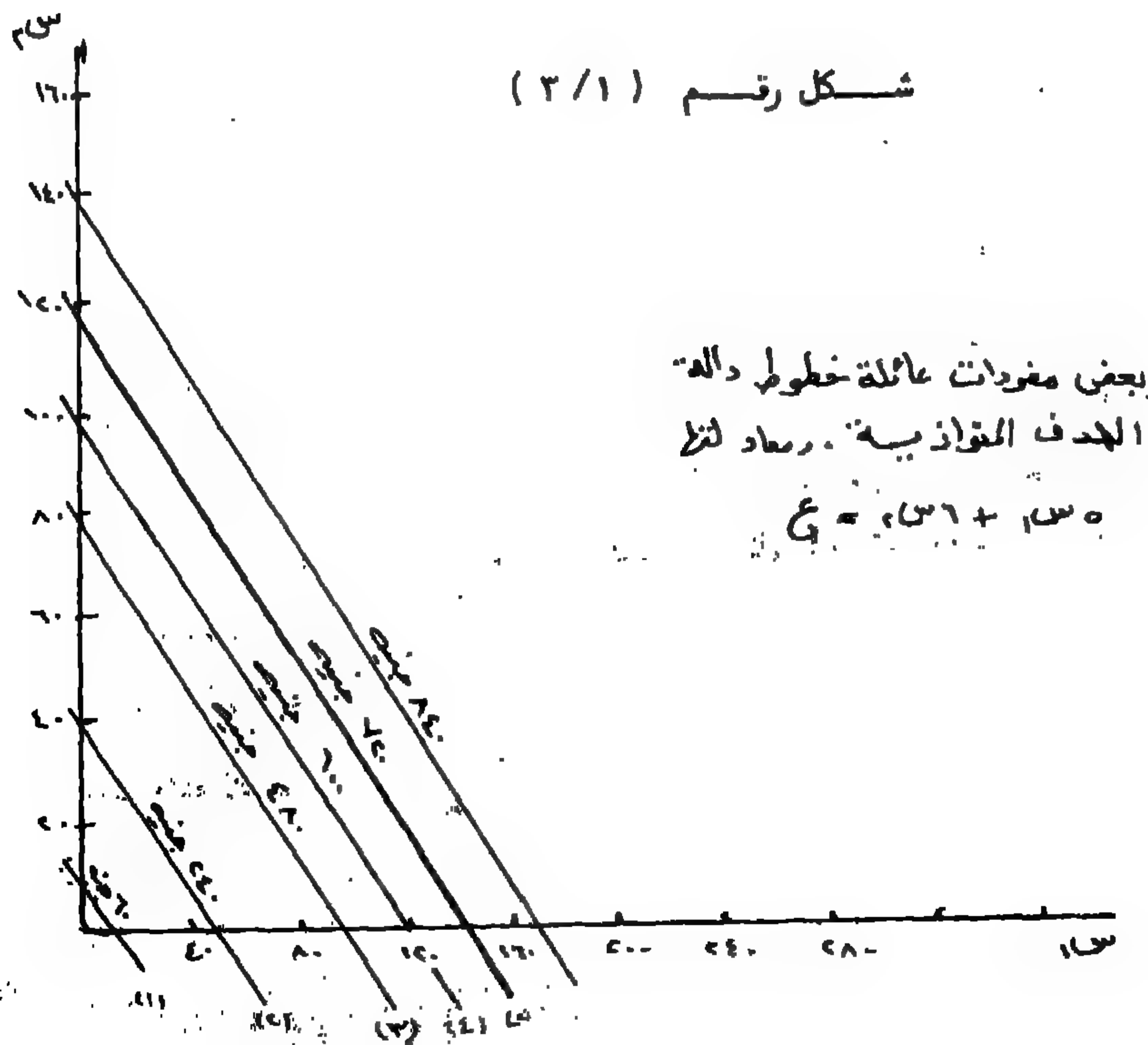
$$\text{عند النقطة هـ : } ع = ٥ \left(\frac{٢}{٣} ١٠٦ \right) + ٦ (\text{صفر}) = \frac{١}{٣} ٥٢٣ \text{ جنيهه .}$$

عند النقطة و، $ع = ٥٠ + (٦٠) ٦ + (٧٠) ٦ = ٧٢٠$ جنيه
عند النقطة ط، $ع = ٥٠ + (٨٥) ٦ + (٧٠) ٦ = ٥١٠$ جنيه

ومن الواضح أن أقصى أرباح ممكنة تتحقق عند النقطة و حيث:
 $ع = ٧٢٠$ جنيه، $س_١ = ٦٠$ ، $س_٢ = ٧٠$ ، وبالتالي فهي تمثل الحل الأمثل للمشكلة.

والواقع أن دالة الهدف (في حالة تقصية الأرباح) في نموذج البرمجة الخطية تقوم بدور منحنيات الناتج المتساوي في شأن تحديد توازن المنتج أو بدور منحنيات السواء في شأن تحديد توازن المستهلك. ففي الحالة الأولى يرغب المنتج في التوصل إلى أعلى منحنى للناتج المتساوي يعاين حدود الإمكانيات الانتاجية، وفي الحالة الثانية يرغب المستهلك التوصل إلى أعلى منحنى سواء يعاين حدود إمكانيات ميزانيته. وفي كلا الحالتين فإن أفضل النقاط الممكنة هي نقطة التماس.

وكما أن خريطة منحنيات السواء تتكون من عائلة لانهاية العدد من هذه المنحنيات المتوازية وغير المتقاطعة فإن دالة الهدف تتكون من عائلة من الخطوط المستقيمة (في مثالنا الذي يتكون من متغيرين) المتوازية وغير المتقاطعة كما يتضح من الشكل (٣/١).



ويتضح من الشكل على سبيل المثال أن :

(١) خط ٦٠ جنيه يتحقق بانتاج ١٢ وحدة من س_١ ، أو بانتاج ١٠ وحدات من س_٢ ومعادلته هي $٥س_١ + ٦س_٢ = ٦٠$

(٣) خط ٤٨٠ جنيه يتحقق بانتاج ٩٦ وحدة من س_١ ، أو بانتاج ٨٠ وحدة من س_٢ أو أى مزيج بينهما طبقا للمعادلة : $٥س_١ + ٦س_٢ = ٤٨٠$

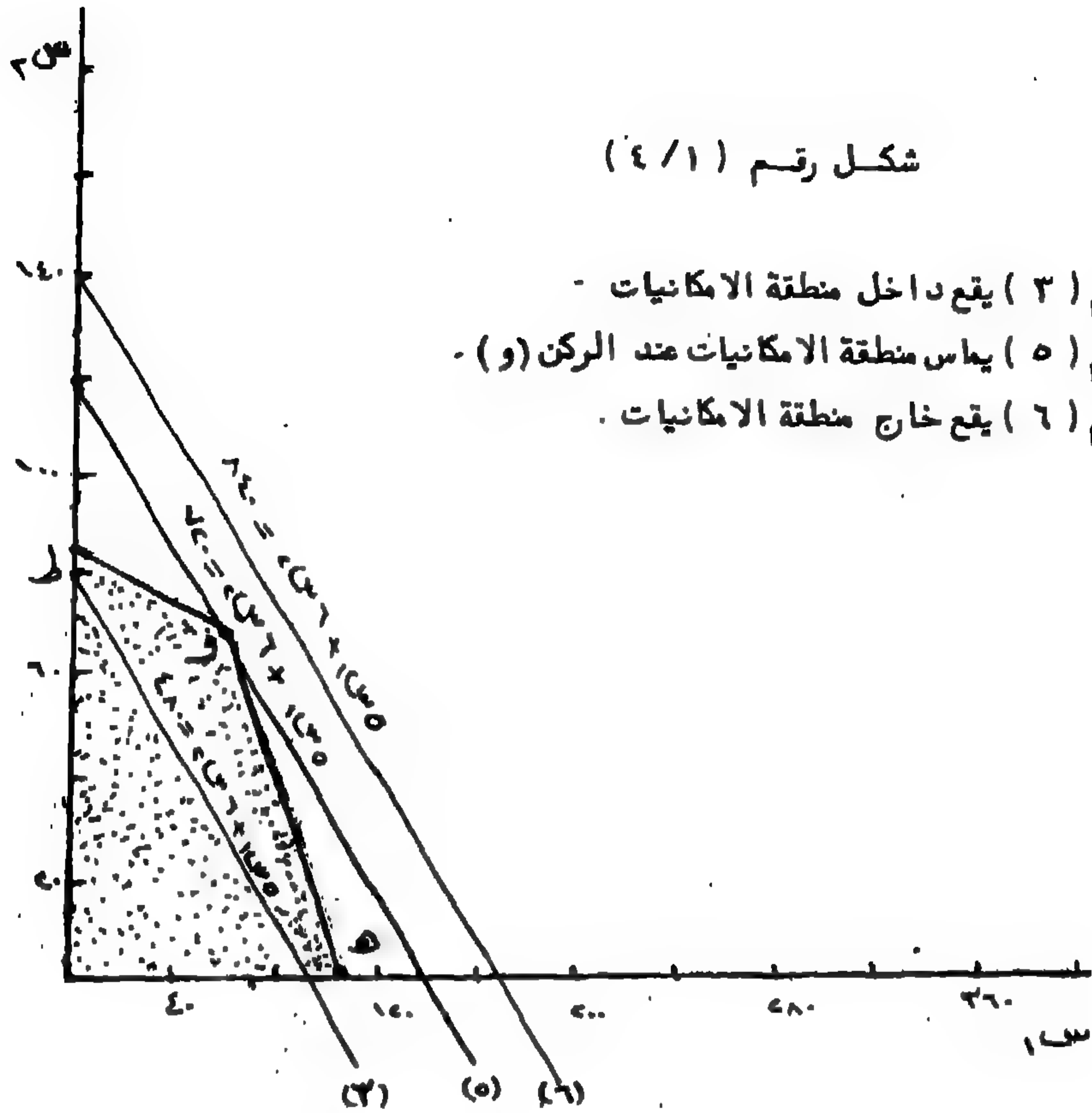
(٥) خط ٧٢٠ جنيه يتحقق بانتاج ١٤٤ وحدة من س_١ ، أو بانتاج ١٢٠ وحدة من س_٢ أو أى مزيج بينهما طبقا للمعادلة $٥س_١ + ٦س_٢ = ٧٢٠$

ويوضح الشكل أن كل خط من الخطوط المتوازية يعطى مقداراً ثابتاً من حصة الأرباح المباشرة للمنتجين معا . فالخط رقم (٢) مثلاً يحقق حصة قدرها ٢٤٠ جنيه عند أى نقطة من نقاطه . فعند تقاطعه مع محور س_١ يكون احداثى هذه النقطة (٤٨ ، صفر) أى أن س_١ = ٤٨ وحدة وس_٢ = صفر ، وتكون حصة الأرباح المباشرة $ع = ٥(٤٨) + ٦(صفر) = ٢٤٠$ جنيه . وعند تقاطعه مع محور س_٢ يكون احداثى النقطة (صفر ، ٤٠) ، أى أن س_١ = صفر ، س_٢ = ٤٠ وحدة ، وتكون حصة الأرباح المباشرة $ع = ٥(صفر) + ٦(٤٠) = ٢٤٠$ جنيه .
وحيث أن معادلة هذا الخط هي :

$$٥س_١ + ٦س_٢ = ٢٤٠ \quad (٤)$$

فإن أى تشكيلة من س_١ أو س_٢ تقع على هذا الخط تؤدي تلقائياً الى تحقيق نفس الحصة فإذا كانت س_١ = ٢٤ وحدة فإن س_٢ لابد وأن تساوى ٢٠ وحدة لتتحقق الحصة ٢٤٠ جنيه . كذلك الأمر بالنسبة لباقي الخطوط كما يتضح من الشكل .

وإذا ما أدمجنا الشكل رقم (٢ / ١) مع الشكل رقم (٣ / ١) ليظهر لنا الحل البينى للمشكلة بالكامل . ويتضح ذلك من الشكل رقم (٤ / ١) مع مراعاة أننا اكتفينا من الشكل رقم (٢ / ١) بمنطقة الامكانيات المشتركة ومن الشكل رقم (٣ / ١) بالخطوط أرقام (٣) و (٥) و (٦) .



ويتضح من الشكل أن الحل الأمثل للمشكلة يقع عند النقطة و ، حيث يتم انتاج
س_١ = ٦٠ وحدة و س_٢ = ٧٠ وحدة ، وتحقق حميلة أرباح مباشرة قدرها ٧٢٠ جنيه
كما يظهرها أعلى خط لحميلة الأرباح المتساوية يماس منطقة الامكانيات الانتاجية .

٤-٣ معاملات الاحلال أو معدلات الاحلال :

بالرغم من أن النقطة (و) هي نقطة الحل الأمثل للمشكلة قيد البحث ، فإن تأكيد
هذه الحقيقة عن طريق الانتقال من نقطة ركنية الى أخرى على حدود منطقة الامكانيات
يعتبر من الأمور الجوهرية لتوضيح ميكانيكية الطريقة المنظمة للبرمجة الخطية . ولنعود
للشكل رقم (٤ / ١) لتوضيح ذلك . وبالعودة للشكل نجد أن نقاطه الركنية
الأربع هي كالآتي :

النقطة	الاحداثيين	حجم انتاج
		س _١ س _٢
الصفـر	(صفـر ، صفـر)	صفـر صفـر
هـ	($\frac{2}{3}$ ، ١٠٦)	$\frac{2}{3}$ ١٠٦
و	(٦٠ ، ٧٠)	٦٠ ٧٠
ط	(صفـر ، ٨٥)	صفـر ٨٥

ولنفرض أن المنشأة تنتج حاليا عند النقطة هـ حيث تتخصص في انتاج المنتج الأول وتنتج س_١ = $\frac{2}{3}$ وحدة في الفترة التكاليفية . وهذا يؤدي ، كما سبق أن أوضحنا الى استغلال طاقة المرحلة الأولى بالكامل ($\frac{2}{3}$ ١٠٦ وحدة × ٣ ساعات للوحدة = ٢٢٠ ساعة) ، بينما يؤدي الى استغلال $\frac{1}{3}$ ١٠٦ ساعة من طاقة المرحلة الثانية ويبقى $\frac{1}{3}$ ٢٢٢ ساعة فيها طاقة عاطلة . ويؤدي انتاج $\frac{2}{3}$ ١٠٦ وحدة س_١ الى تحقيق حـصيلة أرباح مباشرة قدرها :

$$ع هـ = ٥ (\frac{2}{3} ١٠٦) + ٦ (صفـر) = \frac{1}{3} ٥٢٢ جنيـه .$$

كما سبق وأوضحنا .

ولنفترض الآن أن المنشأة ترغب في تخفيض انتاج س_١ في سبيل توفير طاقة من المرحلة الأولى لمحاولة انتاج س_٢ . ولنفترض أيضا أن المنشأة لاتعرف تأثير ذلك على حـصيلة الأرباح المباشرة ولذلك فهي ترغب في تنفيذ تجربة تخفيض س_١ وحدة بوحدة . فإذا خفضت انتاج س_١ بمقدار وحدة واحدة ليصبح س_١ = $\frac{1}{3}$ ١٠٥ بدلا من $\frac{2}{3}$ ١٠٦ وحدة وسوف نجد أن احتياجات الـ $\frac{1}{3}$ ١٠٥ وحدة من طاقة المرحلة الأولى = $\frac{2}{3}$ ١٠٥ × ٣ ساعة = ٣١٧ ساعة بما يتيح طاقة عاطلة في المرحلة الأولى = ٣ ساعات ، بينما تصبح الطاقة العاطلة في المرحلة الثانية $\frac{1}{3}$ ٢٣٤ ساعة بدلا من $\frac{1}{3}$ ٢٢٢ ساعة . وحيث أن الوحدة من المنتج الثاني س_٢ تحتاج لساعتين من طاقة المرحلة الأولى ، فإن الثلاثة ساعات المتوفرة من تخفيض انتاج س_١ بوحدة واحدة سوف تمكن من انتاج $\frac{1}{3}$ ١ وحدة من س_٢ . ويؤدي انتاج هذا الحجم من س_٢ ($\frac{1}{3}$ ١ وحدة) بالاضافة الى انتاج $\frac{2}{3}$ ١٠٥ وحدة من س_١ الى انخفاض الطاقة العاطلة في المرحلة الثانية بمقدار ٦ ساعات لتصبح $\frac{1}{3}$ ٢٢٨ ساعة (لأن الوحدة من س_٢ تحتاج لأربع ساعات من المرحلة الثانية) .

وتظل الطاقة مستغلة بالكامل فى المرحلة الأولى .

وتقع نقطة الانتاج الجديدة على الخط هـ و (والمثل لحدود طاقة المرحلة الأولى) وليرمز لها بالرمز هـ_١ ، وتكون حصيله الأرباح المباشرة عند هـ_١ كالآتى :

$$هـ٤ = ٥ \left(١٠٥ \frac{٢}{٣} \right) + ٦ \left(١ \frac{١}{٣} \right) = ٥٣٢ \frac{١}{٣} \text{ جنيه}$$

أى أن حصيله الأرباح تزيد بواقع ٤ جنيه نتيجة احلال وحدة ونصف من س_٢ بدلا من وحدة واحدة من س_١ كالآتى :

$$\text{حصيله الأرباح عند هـ حيث س} = ١٠٦ \frac{٢}{٣} \text{ وحدة هي } ٥٣٣ \frac{١}{٣} \text{ جنيه}$$

— الأرباح المفقودة بتخفيض وحدة من س_١ (٥)

$$+ \text{ الأرباح المضافة بانتاج } ١ \frac{١}{٣} \text{ وحدة من س} = ٦ \times ١ \frac{١}{٣} = ٦$$

$$\text{حصيله الأرباح عند هـ} = ٥٣٢ \frac{١}{٣} \text{ جنيه}$$

ونستنتج من ذلك أن تخفيض انتاج س_١ واخافه س_٢ يؤدى الى زيادة الأرباح وخفض الطاقة العاطلة فى المرحلة الثانية ، ولكن هل يستمر هذا الوضع الى أن يصبح انتاج س_١ = صفر ، والى أن تتخصص المنشأة فى انتاج س_٢ ؟ هذا غير صحيح بالتأكيد فى المشكلة قيد البحث . ولتوضيح ذلك نفترض أن المنشأة استمرت فى تخفيض س_١ وحده وحدة مقابل زيادة انتاج س_٢ الى أن وصلت الى النقطة هـ_٦ التى فيها س_١ = ١٠ $\frac{٢}{٣}$ وحدة وبالتالى س_٢ = ٦٩ وحدة ، كما يتضح من الجدول (١ / ١) وتكون حصيله الأرباح المباشرة عند هذه النقطة كالآتى :

$$هـ٦ = ٥ \left(٦٠ \frac{٢}{٣} \right) + ٦ (٦٩) = ٧١٢ \frac{١}{٣} \text{ جنيه}$$

فإذا قامت المنشأة بعد ذلك بتخفيض س_١ بمقدار $\frac{٢}{٣}$ وحدة ليصبح س_١ = ٦٠ وحدة لأصبح من الممكن انتاج ٧٠ وحدة من س_٢ كما يتضح من الجدول لتحقيق حصيله أرباح ٧٢٠ جنيه ، وهى النقطة و على الشكل رقم (٢ / ١) والشكل رقم (٤ / ١) .

جدول رقم (١/١)

معلومات الإحلال بين س_١ ، س_٢ على الخط الجزئي ه و الخاص
بحدود طاقة المرحلة الأولى وتأثيرها على الربحية

النقطة	س _١	التقص فس _١	س _٢	الزيادة في س _٢	حصول الأرباح العباشرة بالجنيه
هـ	١٠٦ ½	صفر	١٠٦ ½	٠	٥٢٢ ½ = (صفر) ٦ + (١٠٦ ½) ٥
هـ _١	١٠٥ ½	١-	١ ¼	١ ¼	٥٢٧ ½ = (١ ¼) ٦ + (١٠٥ ½) ٥
هـ _٢	١٠٤ ½	١-	٢	١ ¼	٥٤١ ½ = (٢) ٦ + (١٠٤ ½) ٥
هـ _٣	١٠٣ ½	١-	٤ ¼	١ ¼	٥٤٥ ½ = (٤ ¼) ٦ + (١٠٣ ½) ٥
و	٩٦ ½	١-	١٥	١ ¼	٥٧٢ ½ = (١٥) ٦ + (٩٦ ½) ٥
و	٩٦	٠٠	١٠	٠٠	٠٠
و	٩٦ ½	١-	١٠	١ ¼	٦٩٢ ½ = (١٠) ٦ + (٩٦ ½) ٥
و	٩٠	٠٠	١٩	٠٠	٠٠
و	٩٠ ½	١-	١٩	١ ¼	٧١٧ ½ = (١٩) ٦ + (٩٠ ½) ٥
و	٩٠	٠٠	٢٠	١	٧٢٠ = (٢٠) ٦ + (٩٠) ٥

ويلاحظ من الجدول أن معاملات احلال س_١ بالمنتج س_٢ ثابتة على طول الخط الجزئى هو المحدد لطاقة المرحلة الأولى ، كما أن الاتجاه من النقطة هـ الى النقطة و يؤدي الى زيادة حصيله الأرباح المباشرة . ويبلغ معامل احلال س_١ بالمنتج س_٢ ، أى

$$\frac{٥}{٢} س_١ = \frac{٢}{٣} س_٢ - (١ + ١\frac{١}{٢} ، أو - \frac{٢}{٣} \div ١) ، أى أن نقص س_١ بمقدار $\frac{٢}{٣}$ وحدة يؤدي الى زيادة س_٢ بمقدار وحدة واحدة . ومن الواضح أن $\frac{٢}{٣}$ وحدة من س_١ تحقق أرباح مباشرة = $\frac{١}{٣}$ جنيه بينما الوحدة من س_٢ تحقق ١ جنيه .$$

ولنفرض الآن أن المنشأة بعد الوصول الى النقطة و أرادت تخفيض انتاج س_١ بوحدة أخرى واحلالها بالمنتج س_٢ . ويؤدي ذلك الى أن :

$$\begin{aligned} \text{احتياجات س}_١ \text{ من المرحلة الأولى} &= ٣ \times ٥٩ = ١٧٧ \text{ ساعة} \\ \text{الباقى من طاقة المرحلة الأولى لانتاج س}_٢ &= ٣٢٠ - ١٧٧ = ١٤٣ \text{ ساعة} \\ \text{عدد الوحدات الممكن انتاجها من س}_٢ &: \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{فى المرحلة الأولى} &= ١٤٣ \div ٢ = ٧١\frac{١}{٢} \text{ وحدة (أ)} \\ \text{احتياجات س}_١ \text{ من المرحلة الثانية} &= ١ \times ٥٩ = ٥٩ \text{ ساعة} \\ \text{الباقى من طاقة المرحلة الثانية لانتاج س}_٢ &= ٣٤٠ - ٥٩ = ٢٨١ \text{ ساعة} \\ \text{عدد الوحدات الممكن انتاجها من س}_٢ &: \\ \text{فى المرحلة الثانية} &= ٢٨١ \div ٤ = ٧٠\frac{١}{٤} \text{ وحدة (ب)} \end{aligned}$$

ومن الواضح أن تخفيض انتاج س_١ بمقدار وحدة واحدة فى هذه الحالة سوف يؤدي الى توفير ٣ ساعات من طاقة المرحلة الأولى التى تمكن من انتاج $\frac{١}{٢}$ وحدة من س_٢ بحيث يمكن أن يزيد س_٢ من ٧٠ الى $٧١\frac{١}{٢}$ وحدة كما فى (أ) بعاليه . غير أن هذا التخفيض فى س_١ سوف يؤدي الى توفير ساعة واحدة فقط من طاقة المرحلة الثانية التى أصبحت مستقلة بالكامل عند النقطة و ، ولا تمكن هذه الساعة من زيادة انتاج س_٢ الا بمقدار $\frac{١}{٤}$ وحدة فقط . وسوف يؤدي تخفيض س_١ بوحدة الى خفض حصيله الأرباح المباشرة بمبلغ ٥ جنيه بينما تؤدي زيادة س_٢ بمقدار $\frac{١}{٤}$ وحدة الى زيادة الأرباح المباشرة بمبلغ $\frac{١}{٤}$ جنيه ليتحقق نقص صافى فى الحصيله قدره $\frac{٣}{٤}$ جنيه ، وهو أمر ليس فى صالح المنشأة . ويصبح من صالح المنشأة العودة ثانية للنقطة و حيث س_١ = ٦٠ وحدة و س_٢ = ٧٠ وحدة .

لاحظ أن النقطة $s_1 = ٥٩$ ، $s_٢ = ٧٠\%$ تقع على الخط الجزئى وط والذى يمثل حدود طاقة المرحلة الثانية . ويختلف معامل احلال s_1 بالمنتج $s_٢$ على هذا الخط عن ذلك على الخط هو . فبينما هذا المعامل كان $\frac{2}{3}$ على الخط هو وفنجد أنه - ٤ على الخط وط . بمعنى أنه يلزم خفض انتاج s_1 بمقدار أربع وحدات حتى يمكن اضافة وحدة واحدة من s_1 .

ويمكن الحصول على معاملات الاحلال مباشرة من القيود الموضوعية للمشكلة . فمعامل احلال s_1 بالمنتج $s_٢$ بالنسبة للمرحلة الأولى يمكن الحصول عليه من القيد الموضوعى الأول بقسمة معامل $s_٢$ على معامل s_1 وضرب الناتج فى (١ -) ، ذلك لأن نقص s_1 يؤدي الى زيادة $s_٢$ ، كذلك بالنسبة لمعامل احلال s_1 بالمنتج $s_٣$ ، بالنسبة للمرحلة الثانية حيث يمكن الحصول عليه من القيد الموضوعى الثانى بنفس الطريقة . وتلعب معاملات الاحلال بالتفاعل مع دالة الهدف دورا هاما فى التوصل المرحلى للحل الأمثل للمشكلة بطريقة السبيلكس كما سيرد فيما بعد .

٣ - ٥ الاستغلال الكامل للطاقة والاستغلال الأمثل للطاقة :

توصلنا الى الحل الأمثل للمشكلة قيد البحث عند النقطة و حيث $s_1 = ٦٠$ ، $s_٢ = ٧٠$ وحصول الأرباح المباشرة أكبر ما يمكن عند $ع = ٧٢٠$ جنيه . والملاحظ فى هذه المشكلة أن الحل الأمثل يؤدي الى استغلال الطاقة الكاملة للمرحلتين . وليس معنى ذلك أن يؤدي الحل الأمثل دائما الى الاستغلال الكامل للطاقة ، حيث أن هذا الهدف فى حد ذاته ، هدف الاستغلال الكامل للطاقة قد يتعارض مع هدف تحقيق أقصى قدر من الأرباح . وبمعنى آخر فإن الاستغلال الأمثل للطاقة المتاحة بهدف تحقيق أقصى قدر من الأرباح قد لا يؤدي فى كثير من الأحيان الى الاستغلال الكامل لتلك الطاقة . وبالتالى فليس من الضروري أن يكون الاستغلال الأمثل للطاقة استغلالا كاملا لها .

ولتوضيح ذلك دعنا نفترض أن الربحية المباشرة للوحدة من s_1 فى مثالنا السابق تضاعفت الى ١٠ جنيه مع بقاء ربحية $s_٢$ واحتياجات كل من المنتجين من كل من المرحلتين كما هى . وبذلك تصبح المشكلة الجديدة :

$$\begin{array}{rcl}
\text{عظم} & & \text{ع} = 10 \text{ س} ١ + 6 \text{ س} ٢ \\
& & \text{في ظل} \quad 320 \geq 2 \text{ س} ١ + 3 \text{ س} ٢ \\
& & 340 \geq 4 \text{ س} ١ + ٣ \text{ س} ٢ \\
& & \text{صفر} \leq \text{س} ١ \\
& & \text{صفر} \leq ٢ \text{ س} ٢
\end{array}$$

ولا تختلف منطقة الإمكانيات في هذه المشكلة عن تلك الموضحة في الشكل (١ / ٢) ، فلم يحدث تغير في أى من القيود ، وإنما انحصر الاختلاف في معامل س_١ في دالة الهدف ، وبالتالي فنظل الحلول واجبة الفحص والمفاضلة للاختيار من بينها تلك عند النقاط ه ، و ، ط . وإذا ما قمنا بتقييم الربحية عند هذه النقاط بدالة الهدف الجديدة لوجدنا أن :

$$\begin{array}{rcl}
\text{ع} = 10 \left(10.6 \frac{2}{3} \right) + 6 (\text{صفر}) = 10.66 \frac{2}{3} \text{ جنيه} \\
\text{و} = 10 (60) + 6 (70) = 1020 \text{ جنيه} \\
\text{ط} = 10 (\text{صفر}) + 6 (85) = 510 \text{ جنيه}
\end{array}$$

وحيث أن الهدف هو تعمية الأرباح ، فإن النقطة ه في ظل هيكل الربحية الجديد تصبح هي نقطة الحل الأمثل . ويؤدي الإنتاج عند النقطة ه $(10.6 \frac{2}{3} , \text{صفر})$ إلى الآتي :

$$\begin{array}{l}
\text{الاحتياجات من طاقة المرحلة الأولى} = 3 \left(10.6 \frac{2}{3} \right) + 2 (\text{صفر}) = 320 \text{ ساعة} \\
\text{الاحتياجات من طاقة المرحلة الثانية} = 1 \left(10.6 \frac{2}{3} \right) + 4 (\text{صفر}) = 10.6 \frac{2}{3} \text{ ساعة} \\
\text{الطاقة العاطلة في المرحلة الأولى} = 320 - 320 = \text{صفر} \\
\text{الطاقة العاطلة في المرحلة الثانية} = 340 - 10.6 \frac{2}{3} = 233 \frac{1}{3} \text{ ساعة}
\end{array}$$

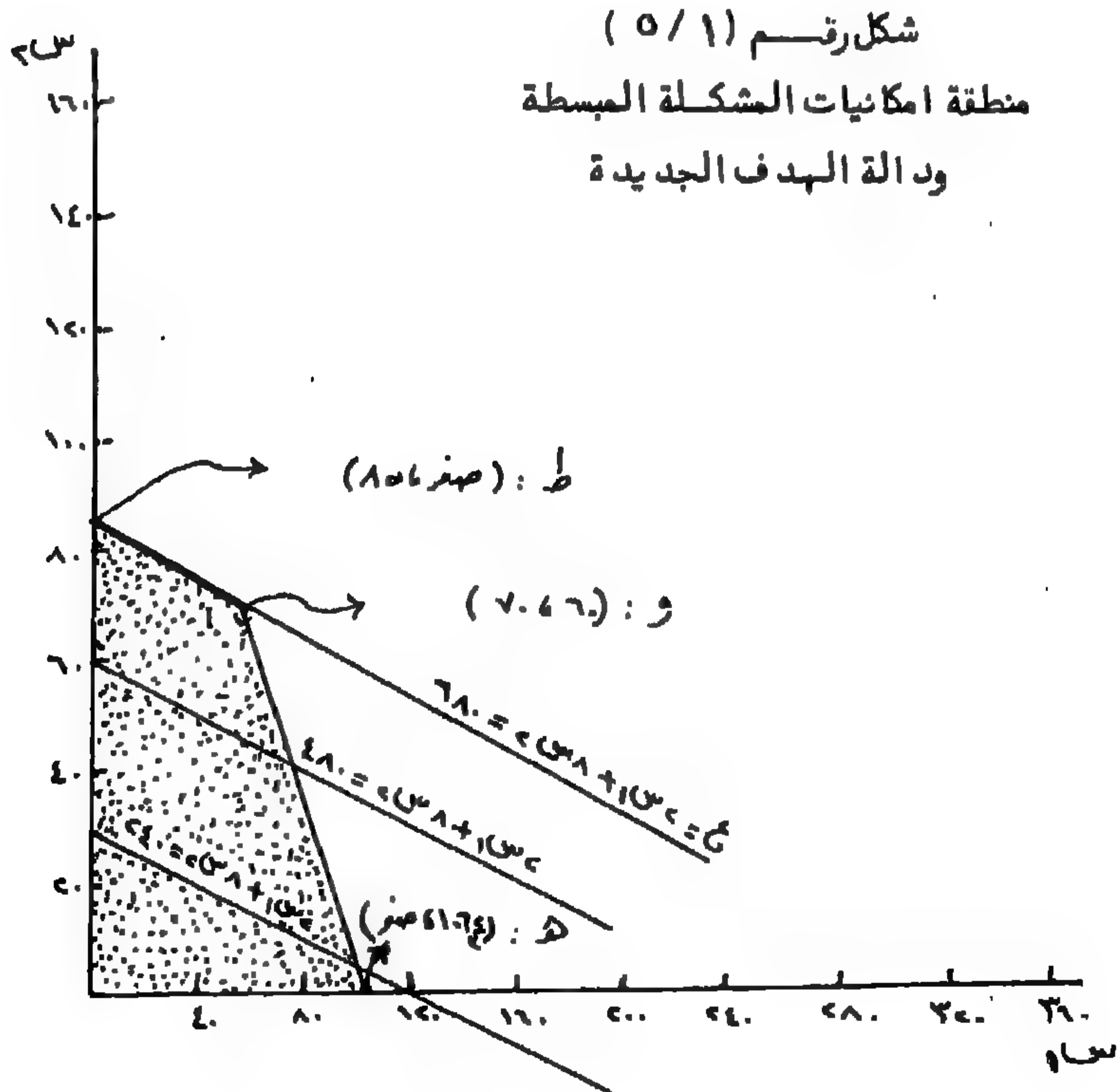
ورغم أن الطاقة العاطلة في المرحلة الثانية تزيد على ثلثي الطاقة المتاحة فيها فما زالت النقطة ه هي نقطة الحل الأمثل لتحقيق هدف تعمية حصيلة الأرباح المباشرة .

٣ - ٦ تعدد الحلول المثالية - عدم الانفرادية :

قد يكون للمشكلة موضوع البحث أكثر من حل واحد يمكن من تحقيق نفس الهدف بنفس القدر أو الكفاءة . وفي هذه الحالة لا يكون الحل الأمثل حلا فريدا يفوق كل الحلول الممكنة الأخرى من حيث القدرة أو الكفاءة في تحقيق الهدف/لتواجد حلول أخرى مثيلة له . وفي هذه الحالة يستوى اختيار أى من هذه الحلول المثالية المتكافئة في تحقيق الهدف . ولنفترض تعدد يلا للمثال السابق أن ربحية المنتج الأول انخفضت الى ٢ جنيه للوحدة بينما ربحية المنتج الثانى ارتفعت الى ٨ جنيه للوحدة ، لتكون دالة الهدف كالآتى :

$$ع = ٢س١ + ٨س٢$$

مع بقاء قيود الطاقة الخاصة بالمرحلتين على حالها . فسوف يؤدي ذلك الى أن ميل دالة الهدف يتساوى مع ميل قيد الطاقة الخاص بالمرحلة الثانية . ويتضح ذلك من الشكل (٥ / ١) .



ويتضح من الشكل أن دالة الهدف الجديدة ($E = 2س_١ + ٨س_٢$) تتطابق مع قيد طاقة المرحلة الثانية (وهو $س_١ + ٤س_٢ = ٣٤٠$) عندما تكون قيمة E ، أى حصة الأرباح المباشرة مبلغ ٦٨٠ جنيه . وينتج عن ذلك أن عدد الانهائيا من التشكيلات الانتاجية الخاصة بالمنتجين تقع بين النقطة ط (صفر ، ٨٥) والنقطة و (٦٠ ، ٧٠) كل منها يؤدي الى تحقيق نفس الحصة من الأرباح المباشرة . ومع ذلك فإن أحد هذه النقاط على الأقل يمثل حلا ركيا مثاليا للمشكلة ، بالرغم من أنه ليس حلا فريدا . وسوف نرى فيما بعد أنه ليس من الضروري أن يكون الحل الأمثل لمشكلة البرمجة الخطية حلا فريدا ، بل يمكن أن تتعدد الحلول المثالية للمشكلة الواحدة شريطة أن يؤدي كل منها الى تحقيق نفس القيمة لدالة الهدف .

٤ — مشكلة تدنية تكاليف أو تضحيات :

كان الهدف في مشكلتنا البسطة بعاليه هو تقصية حصة الأرباح المباشرة ، حيث أنصب هدف التقصية على أشياء مرغوبة ونافعة . وقد يكون الهدف في بعض المشاكل منصبا على تخفيض أو تدنية التكاليف أو التضحيات أو تحقيق أدنى قدر من الأشياء غير المرغوبة في ظل قيود معينة .

ولنفترض مثلا أن أحد خريجي الزراعة يريد التوصل الى مزيج معين من مادتين غذائيتين للدواجن بحيث يتحقق فيها شروط التغذية المطلوبة أن تتحقق كحد أدنى في وحدة التغذية كانت كالآتى : بروتينات ٣٦ وحدة ، دهون وشحومات ٣٢ وحدة ، نشويات وسكريات ٤٠ وحدة . ولنفرض أن المادتين المطلوب ايجاد المزيج المناسب منهما هما الذرة الهجين والكسب . ولنفرض أن وحدة الذرة الهجين تحتوى على وحدة واحدة من البروتين ووحدة من الدهون وخمس وحدات من النشويات والسكريات ، وتبلغ تكلفتها جنيه واحد ، كما أن وحدة الكسب تحتوى على ٣ وحدات بروتين ووحدة شحومات ووحدة نشويات وسكريات ، وتبلغ تكلفتها ٦٠ قرشا . ويرغب خريج الزراعة الشاب فى تحديد المزيج الأمثل من الذرة والكسب فى وحدة التغذية التى يتحقق فيها الشروط المطلوبة بأقل تكلفة ممكنة .

٤ - ١ الصياغة الرياضية للمشكلة :

د هنا نرمز للذرة الهجين بالرمز s_1 وللکسب بالرمز s_2 ، وبالتالى تكون دالة الهدف هى تخفيض التكلفة الاجمالية للمزيج من s_1 ، s_2 ، واللازم لتحقيق شروط التغذية الى اقل ما يمكن ، وحيث الوحدة من s_1 تكلف جنيه واحد والوحدة من s_2 تكلف ٦٠ قرشا ، فان دالة الهدف تكون كالآتى (حيث $t =$ جطة التكاليف) .

$$[١] \quad \text{تدنية } t = s_1 + ٦٠s_2$$

ويجب أن يتحقق هذا الهدف فى ظل شروط تحقيق الحد الأدنى المطلوب فى وحدة التغذية من بروتينات ودهنيات ونشويات ، وحيث أن الحد الأدنى المطلوب من البروتينات هو ٣٦ وحدة / وحدة التغذية ، وحيث الوحدة من s_1 تحتوى على وحدة واحدة من البروتين والوحدة من الكسب تحتوى على ٣ وحدات بروتين فان قيد البروتينات يكون كالآتى :

$$(١ / ٢) \quad s_1 + ٣s_2 \leq ٣٦$$

ويلاحظ أن اشارة التباين تتطلب أن لا تقل (أكبر من أو يساوى) كمية البروتينات فى المزيج عن ٣٦ وحدة ، حيث تمثل هذه الكمية الحد الأدنى المطلوب توافره ، وينفس المنطق نجد أن قيدى الدهنيات والنشويات كالآتى :

$$(٢ / ٢) \quad \text{الدهنيات :} \quad ٢s_1 + s_2 \leq ٣٢$$

$$(٣ / ٢) \quad \text{النشويات :} \quad ٥s_1 + s_2 \leq ٤٠$$

وبذلك تكون الصيغة الرياضية للمشكلة بالكامل كالآتى :

$$[١] \quad \text{تدنية } t = s_1 + ٦٠s_2$$

$$\text{فى ظل : القيود الموضوعية :} \quad s_1 + ٣s_2 \leq ٣٦$$

$$[٢] \quad ٢s_1 + s_2 \leq ٣٢$$

$$٥s_1 + s_2 \leq ٤٠$$

$$[٣] \quad \text{القيود التلقائية :} \quad s_1 \leq \text{صفر}$$

$$s_2 \leq \text{صفر}$$

لاحظ أن علامات التباين الخاصة بالقيود الموضوعية لمشكلة التدنية هى عكس علامات

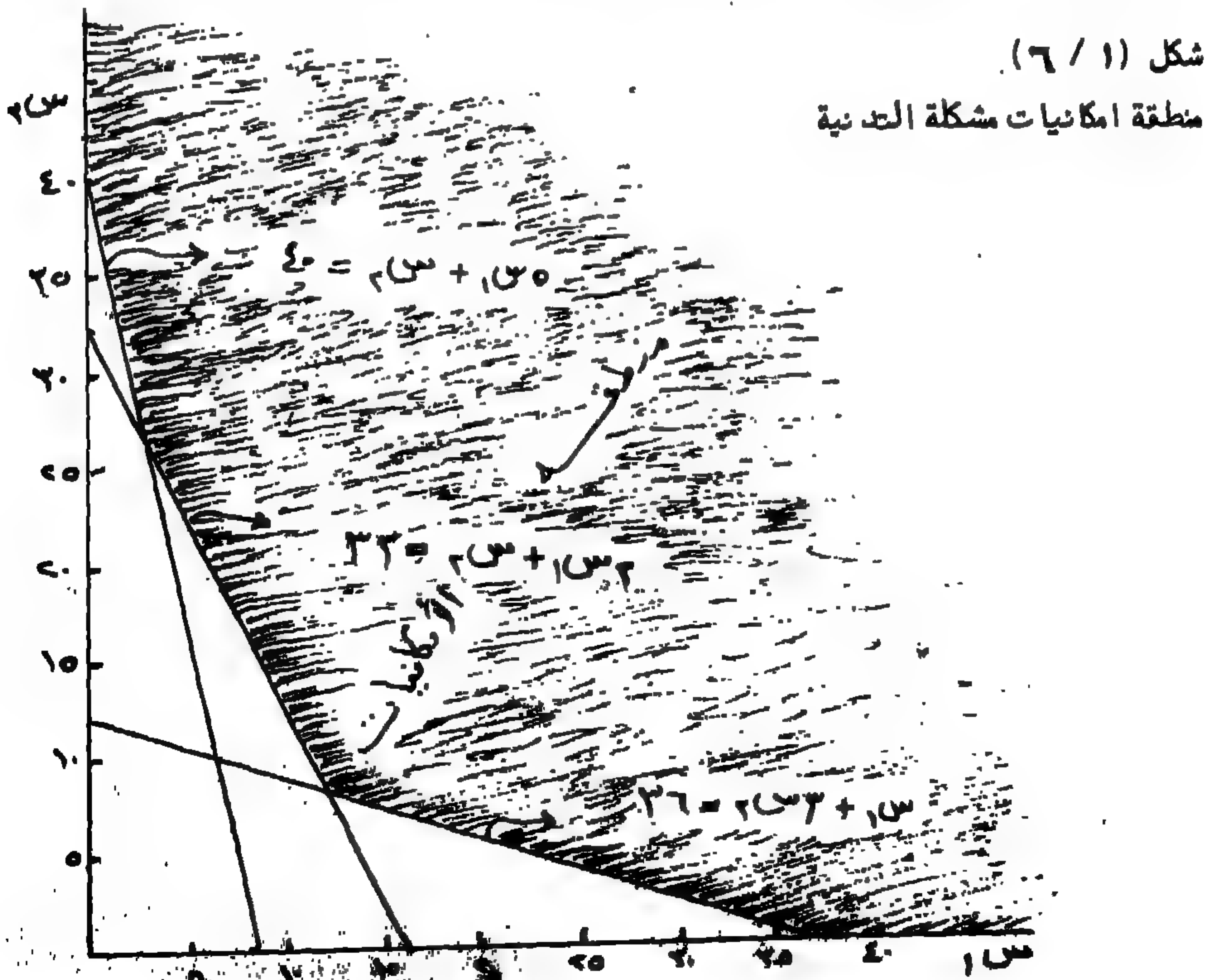
التباين في مشكلة التقصية السابقة . وهذه تعتبر قاعدة عامة في النموذج النمطي للبرمجة الخطية .

٤ - ٢ الحل البياني للمشكلة :

يمكن تقسيم كل من القيود الموضوعية الى شقين على نفس نمط المشكلة السابقة .
فالقيد الأول يمكن تقسيمه الى :

$$\begin{aligned} 36 &< 3s_1 + 2s_2 \\ 36 &= 3s_1 + 2s_2 \end{aligned}$$

وحيث أن المشكلة تقع في متغيرتين فاننا يمكن اظهارها بيانيا برسم المتساويات في القيود على رسم بياني كالوضح في الشكل رقم (١ / ٦) . ويتضح من الشكل أن منطقة امكانيات مشكلة التمنية تقع أعلى تقاطع متساويات القيود ، ذلك لأن شق متباينات نفس القيود يتطلب أن تزيد محتويات المزيج عن الحد الأدنى المطلوب توافره . فالشق الأول من القيد الأول مثلا يتطلب أن تزيد محتويات مزيج s_1 و s_2 من البروتينات عن ٣٦ وحدة بينما الخط المستقيم $36 = 3s_1 + 2s_2$ وحدة ، وبالتالي فالشق الأول يتحقق بأي نقطة تقع فوق هذا الخط ، وهكذا بالنسبة لكل من القيدين الثاني والثالث .

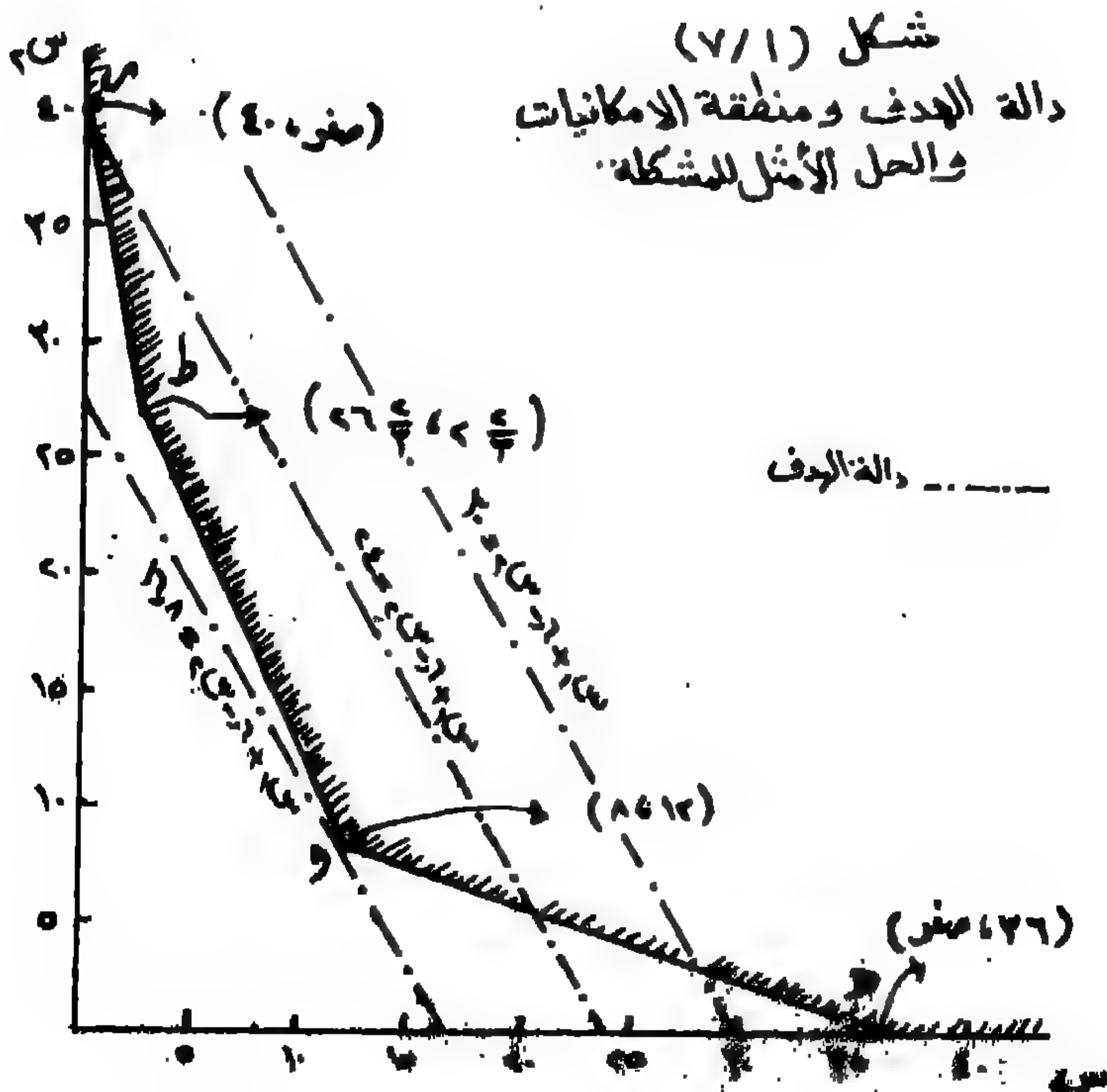


وإذا ما وضعنا دالة الهدف (التي تتمثل بعائلة من الخطوط المستقيمة المتوازية أيضا في مشكلتنا الجارية ذات المتغيرين) على منطقة الامكانيات كما يتضح من الشكل (٧ / ١) لاتفصح لنا أن أقل تكلفة ممكنة يتحقق عند النقطة و حيث تبلغ تكلفة وحدة المزيج مبلغ ١٦ر٨ جنيه . ولو أخذنا النقاط الركنية الأربعة هـ ، و ، ط ، ي بدالة الهدف بنفس الطريقة التي اتبعناها في المثال السابق لوجدنا أن :

$$\begin{array}{rclcl} \text{ت هـ} & = & ٣٦ (١) + ٠ (٠ر٦) & = & ٣٦ \text{ جنيه} \\ \text{ت و} & = & ٨ (١) + ١٢ (٠ر٦) & = & ١٦ر٨ \text{ جنيه} \\ \text{ت ط} & = & ٢٦ \frac{٢}{٣} (١) + ٢٦ \frac{٢}{٣} (٠ر٦) & = & ١٨ \frac{٢}{٣} \text{ جنيه} \\ \text{ت ي} & = & ٤٠ (١) + ٠ (٠ر٦) & = & ٤٠ \text{ جنيه} \end{array}$$

ومن الواضح أن أقل تكلفة هي عند النقطة و حيث :

$$\begin{array}{rcl} \text{ت و} & = & ١٦ر٨ \text{ جنيه} \\ \text{س ١} & = & ١٢ \text{ وحدة} \\ \text{س ٢} & = & ٨ \text{ وحدات} \end{array}$$



٣-٤ مشكلة تعظيم الأرباح في صورة مشكلة تدنية تكاليف :

لكل مشكلة تعظيم أو تعصية لهدف معين مشكلة مقابلة لتدنية هدف مضاد . وهذا ما يسمى بمبدأ الثنائية في البرمجة الخطية . ويؤدي حل أى من المشكلتين الى تحقيق نفس النتائج لو كان لاحدهما حلا فرديا . ولتوضيح ذلك دعنا نعود الى مشكلتنا المبسطة الأولى حيث كان الهدف تعصية حصيلة الأرباح المباشرة لتشكيلة المنتجين في ظل الطاقات المحدودة والمتاحة لكل من المرحلتين . ولنفرض أن لوحدة الطاقة في كل من المرحلتين سعر محتسب رمزي ، وليكن هذا السعر للوحدة من طاقة المرحلة الأولى هو ص_١ وللوحدة من طاقة المرحلة الثانية هو ص_٢ . وحيث أن طاقة المرحلة الأولى هي ٣٢٠ ساعة فان تكلفة هذه الطاقة بالسعر المحتسب الرمزي تصبح ٣٢٠ ص_١ ، كذلك تكون تكلفة طاقة المرحلة الثانية بالسعر المحتسب الرمزي ٣٤٠ ص_٢ . ويطلق على هذا السعر المحتسب الرمزي في البرمجة الخطية سعر الظل ، وسوف يتم توضيح مغزاة غصليا فيما بعد . وكل ما يلزم معرفته الآن هو أنه سعر يقوم نموذج البرمجة الخطية بحسابه بعدد التوصل الى النتائج وليس سعرا ناتجا من معاملات اقتصادية تبادلية .

ولنعرض الآن أن هدف المنشأة هو تدنية تكلفة الطاقة الخاصة بالمرحلتين الى أقل ما يمكن على أساس هذه الأسعار المحتسبة . وبالتالي يكون الهدف هو :
تدنية : $320 \text{ ص}_1 + 340 \text{ ص}_2$ (١) دالة الهدف .

وحيث أن الوحدة من المنتج الأول تحقق أرباح مباشرة قدرها ٥ جنيهه ، فان تحقيق ذلك يستلزم ثلاثة وحدات من طاقة المرحلة الأولى ووحدة واحدة من طاقة المرحلة الثانية . وتبلغ تكلفة هذه الطاقة بالأسعار المحتسبة ما يلي :

$$3 \text{ ص}_1 + 1 \text{ ص}_2 \quad (١ / ٢)$$

ومعنى ذلك أنه لكي تتحقق أقصى فائدة للمنشأة من استغلال الموارد المتاحة لديها فيلزم أن يحقق هذا المزيج من طاقة المرحلتين ما لا يقل عن ٥ جنيهه من الأرباح المباشرة .

أى أن : $٣ص١ + ٢ص٢ \leq ٥$ (١ / ٢)

وبالمثل بالنسبة للمنتج الثانى ، حيث يلزم له وحدتين من طاقة المرحلة الأولى وأربع وحدات من طاقة المرحلة الثانية ، أى أن :

$$٢ص١ + ٤ص٢ \leq ٦$$
 (٢ / ٢)

وبالتأكيد فإنه لا يجوز أن يكون السعر المحتسب لأى من المرحلتين أقل من الصفر (بصفة مؤقتة) . وبذلك يمكن صياغة الوجه الثانى لمشكلتنا المبسطة (البند ٢-٣ بعاليه) ، كالتالى :

$$\text{تدنية ت} = ٣٢٠ص١ + ٣٤٠ص٢ \quad (١) \text{ دالة الهدف}$$

$$\text{فى ظل : } \left\{ \begin{array}{l} ٣ص١ + ٢ص٢ \leq ٥ \\ ٢ص١ + ٤ص٢ \leq ٦ \end{array} \right. \quad (٢) \text{ القيود الموضوعية}$$

$$\text{القيود الطاقائية} \quad \left\{ \begin{array}{l} ١ص١ \leq ٤ \text{ صفر} \\ ٢ص٢ \leq ٦ \text{ صفر} \end{array} \right.$$

وبما أن المشكلة ما زالت فى متغيرين فإنه يمكن حلها بيانيا كما هو موضح فى الشكل رقم (١ / ٨) الذى يظهر منطقة الامكانيات ودالة الهدف ، ومنه يوضح أن الحل الأمثل للمشكلة عند النقطة و ، حيث :

$$\text{ت} = ٣٢٠ \left(\frac{٧}{٥} \right) + ٣٤٠ \left(\frac{٤}{٥} \right) = ٧٢٠ \text{ جنيهه}$$

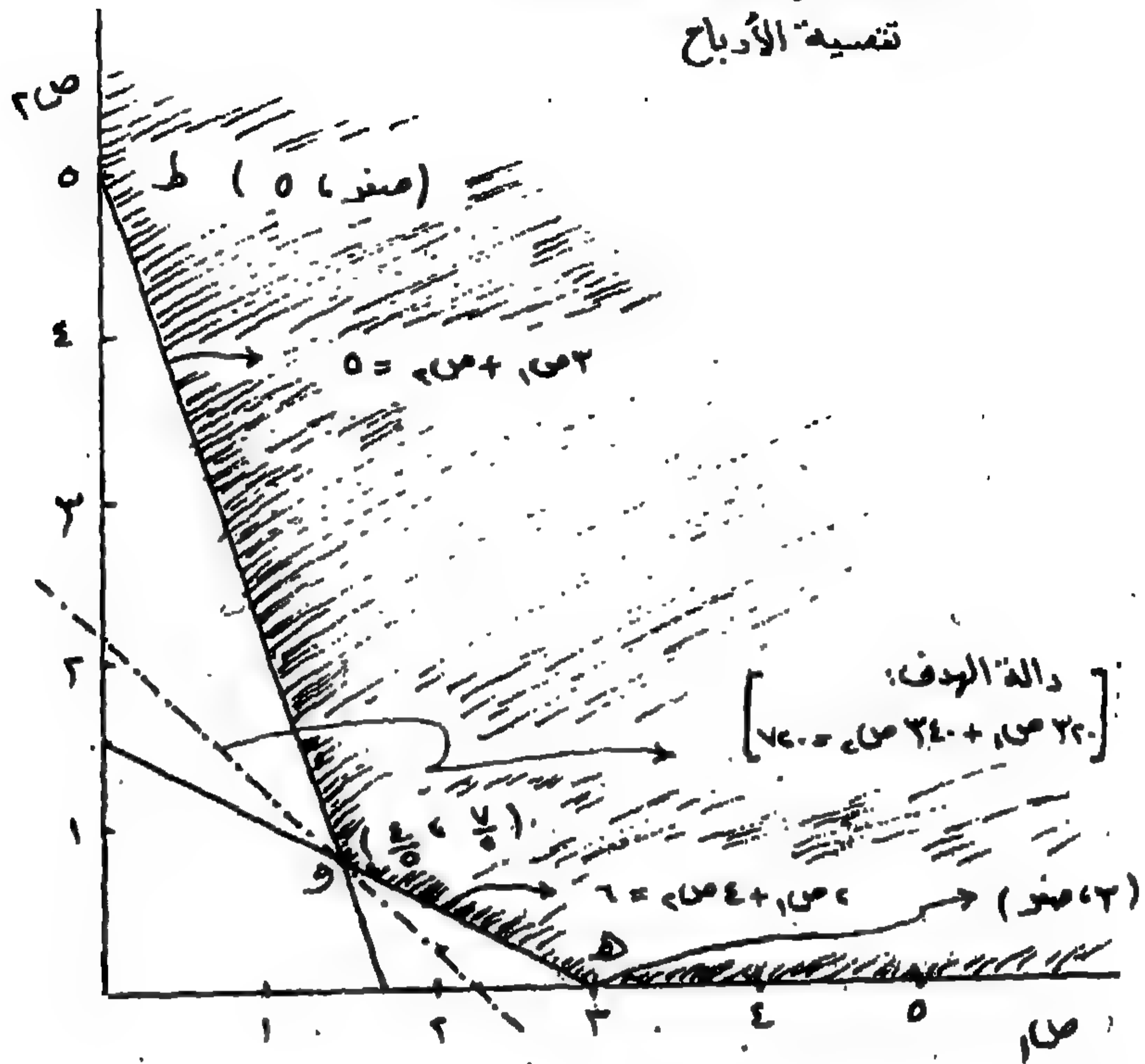
$$١ص١ = \frac{٧}{٥} \text{ جنيهه}$$

$$٢ص٢ = \frac{٤}{٥} \text{ جنيهه}$$

وبلاحظ أن التكلفة ت = ٧٢٠ جنيهه فى هذه الحالة تعادل الأرباح ع فى الحالة الواردة فى البند ٣ حيث ع = ٧٢٠ جنيهه أيضا .

لأننا أيضا أن النقطة والى منها تتحقق أقل التكاليف الممكنة تترتب على إنتاج المنتجين معا حيث تمثل تقاطع خطى ربحيتهما . ويتحدد حجم إنتاج كل منهما بحل القيدين (٢) فى مشكلة تعظيم الأرباح آنيا .

شكل (٨/١)
منطقة الأمكانيات لثلاث مشكلة
تسمية الأدب



٥- الحل الجبري للمشكلة البسيطة :

بالرغم من بساطة الحل البياني لمشاكل البرمجة الخطية ، إلا أن هذا الأسلوب يصبح غير ممكن التطبيق ببيانها عندما تتعدد المتغيرات ويتضخم حجم المشكلة . ولذلك كان من الضروري البحث عن طريقة أخرى يمكن بها حل المشاكل التي تتوافر فيها شروط تطبيق البرمجة الخطية . وسوف نتناول الطريقة الصماء للحل والمسماه بطريقة السمبلكر في الفصل المقبل ، إلا أن هذه الطريقة تقوم على بعض القواعد والاجراءات الجبرية المعينة والتي سوف نحاول توضيح بعض منها في هذا البند بالتطبيق على مشكلتنا البسيطة الواردة في البند الثالث فيما تقدم .

وقد كانت الصياغة الرياضية للمشكلة كما تقدم (بند ٣ - ٢) كالآتي :

$$(1) \quad \text{عظم } E = S_1 + S_2$$

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} 320 \geq S_2 + S_3 \text{ في ظل} \\ 340 \geq S_1 + S_4 \end{array} \right.$$

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} S_1 \leq \text{صفر} \\ S_2 \leq \text{صفر} \end{array} \right.$$

ويطلب الحل الجبري لهذه المشكلة ، بادي " ذى بدى " ، ضرورة تحويل متباينات القيود الموضوعية (٢) الى متساويات ، ولتنظر الى القيد الاول من هذين القيدين مثلا ، فنجد أنه يقرأ : ثلاثة ساعات مضروبة فى حجم انتاج المنتج الأول زائدا ساعتين مضروبة فى حجم انتاج المنتج الثانى يجب أن تقل عن أو تساوى على الأكثر طاقة المرحلة الأولى التى هى ٣٢٠ ساعة . ولنفرض أن حاصل جمع هذا الضرب كان أقل من طاقة المرحلة فعلا ، فهذا يعنى قطعاً أن المرحلة سوف يتواجد فيها طاقة عاطلة . أى أن الطاقة المتاحة فى المرحلة فى هذه الحالة سوف تساوى مجموع الاستخدامات فى انتاج المنتجين مضافا اليها الطاقة العاطلة . وكذلك الامر بالنسبة للمرحلة الثانية .

وانا رمزنا للطاقة العاطلة فى المرحلة الأولى بالرمز L_1 وللطاقة العاطلة فى المرحلة الثانية بالرمز L_2 ، فانه يمكن اعادة صياغة القيدى الموضوعيين (٢) كالآتى :

$$(1/2) \quad 320 = L_1 + S_2 + S_3$$

$$(2/2) \quad 340 = L_2 + S_1 + S_4$$

ويطلق على L_1 و L_2 المتغيرات العاطلة ، أى متغيرات الطاقة العاطلة أو الزائدة

عن الاستخدام. فإذا كان حجم الانتاج الفعلى مثلا هو $s_1 = 40$ و $s_2 = 50$ فان الطاقة العاطلة فى المرحلة الأولى ل s_1 يمكن حسابها كالآتى :

$$ل_1 = 320 - s_1^3 - s_2^2 = 320 - 40^3 - 50^2 = 100 \text{ ساعة}$$

كذلك نجد أن

$$ل_2 = 340 - s_1 - s_2^4 = 340 - 40 - 50^4 = 100 \text{ ساعة}$$

وسوف نفترض أن الطاقة العاطلة ليس لها أى قيمة اقتصادية موجبة أو سالبة (بمعنى أنه لا ينتج عنها أرباح مباشرة كما لا يستدعى وجودها تكاليف مضافة متفجرة). وبذلك تكون ربحية الوحدة من ل $s_1 =$ صفر والوحدة من ل $s_2 =$ صفر. وإذا ما أضفنا هذين المتغيرين الى الصيغة الأصلية للمشكلة، مع إهمال القيود التلقائية مؤقتا لأصبحت المشكلة كالآتى :

$$\begin{aligned} \text{عظم } ع &= s_1^5 + s_2^6 + \text{صفر ل}_1 + \text{صفر ل}_2 \quad (1) \\ \text{فى ظل: } &s_1^3 + s_2^2 + ل_1 + \text{صفر ل}_2 = 320 \quad (1/2) \\ &s_1 + s_2^4 + ل_2 + \text{صفر ل}_1 = 340 \quad (2/2) \end{aligned}$$

ولاشك أنه إذا لم يتم المنشأة بانتاج أى شىء، أى بانتاج $s_1 =$ صفر، $s_2 =$ صفر فان الطاقة العاطلة فى المرحلة الاولى سوف تكون ل $s_1 = 320$ وفى الثانية ل $s_2 = 340$ ونحصل على هذا الحل الأساسى الأول (حيث لا انتاج والطاقات المتاحة عاطلة بالكامل) جبريا بحل قيدى المرحلتين للطاقة العاطلة كالآتى :

$$ل_1 = 320 - s_1^3 - s_2^2 - \text{صفر ل}_2 \quad (1/2)$$

$$ل_2 = 340 - s_1 - s_2^4 - \text{صفر ل}_1 \quad (2/2)$$

وإذا ما عوضنا عن حجم انتاج s_1 ، $s_2 =$ صفر فى (1) وفى (1/2)، (2/2) لوجدنا :

$$s_1 = \text{صفر}$$

$$s_2 = \text{صفر}$$

$$\begin{aligned} \text{ع} &= ٥ (\text{صفر}) + ٦ (\text{صفر}) + ١ (\text{صفر}) + ٢ (\text{صفر}) = ٣ \text{ صفر} \\ \text{ل} &= ٣٢٠ - ٣ (\text{صفر}) - ٢ (\text{صفر}) - ١ (\text{صفر}) = ٣٢٠ \text{ ساعة} \\ \text{ل} &= ٣٤٠ - ١ (\text{صفر}) - ٤ (\text{صفر}) - ١ (\text{صفر}) = ٣٤٠ \text{ ساعة} \end{aligned}$$

وعادة ما يكون الحل الاساسى الأول الذى هو أحد سمات نموذج البرجعة الخطيية بنقطة الصفر فى دالة الهدف ، حيث لا أرباح والطاقة المتاحة عاطلة بالكامل وخاصة اذا كانت المشكلة هى مشكلة تقصية أرباح أو منافع نمطية .

وحيث بدأنا من الصفر ، فان الخطوة التالية تقتضى البحث فى انتاج احد المنتجين ، وليس كلاهما معا . ولا يتم اختيار أى من المنتجين عشوائيا بالطبع بل نهتدى بصدد الاختيار بالهدف المراد تحقيقه كمعيار للاختيار . وفى سبيل تحقيق هذه الخطوة الثانية ، والتي ينتج عنها ما يسمى بالحل الاساسى الثانى ، يكون معيار الاختيار بين المنتجين هو ربحية كل منهما فى دالة الهدف ، حيث يتم اختيار المنتج الذى يساهم فى دالة الهدف باكبر ربحية ، وهو فى مثالنا الجارى س٣ . ويكون القرار ان هو : لنبدأ بانتاج س٣ . وتعرضنا بعد ذلك مشكلة تحديد عدد الوحدات التى تبدأ بانتاجها من هذا المنتج ، وكقاعدة عامة فاننا عادة ما نبدأ بالتخطيط لانتاج أكبر عدد ممكن من الوحدات فى ظل الطاقات المتاحة ، لأن ذلك ولا شك سوف يؤدى الى تحقيق أكبر حصيله ممكنة من الأرباح المباشرة بانتاج هذا المنتج . لاحظ أننا نخطط للانتاج ولا نقوم فعلا بالانتاج ، لان تشكيلة الانتاج المثالية لم تتحدد بعد . فمارلنا نسير خطوات الطريق لتحديد هذا .

وحيث قررنا التخطيط لانتاج س٣ فان أكبر عدد من الوحدات يتحدد بأقل الوحدات التى يمكن انتاجها باستغاد طاقة كل من الموارد المتاحة (المرحلتين فى مثالنا الجارى) . فانتاج الوحدة من س٣ يتطلب ساعتين من المرحلة الأولى التى تبلغ طاقتها ٣٢٠ ساعة ، وبالتالى يكون حجم الانتاج الممكن فى هذه المرحلة من هذا المنتج كالتالى :

$$\text{س٣} = ٣٢٠ \div ٢ = ١٦٠ \text{ وحدة فى المرحلة الاولى}$$

وبنفس الطريقة نجد أن :

$$س٢ = ٣٤٠ + ٤ = ٨٥ \text{ وحدة في المرحلة الثانية}$$

وبالتالى يكون اكبر عدد ممكن من س٢ = ٨٥ وحدة .

لاحظ أننا لم نخطط لانتاج س١ بعد ، أى أن س١ = صفر .
وتكون نتيجة التخطيط فى الحل الاساسى الثانى كالآتى :

$$س١ = صفر ، س٢ = ٨٥ \text{ (حجم انتاج كل من المنتجين)}$$

$$ع = ٥ \text{ (صفر)} + ٦ \text{ (٨٥)} + \text{صفر (ل ١)} + \text{صفر (ل ٢)} = ٥١٠ \text{ جنيه}$$

$$ل١ = ٣٢٠ - ٣ \text{ (صفر)} - ٢ \text{ (٨٥)} - \text{صفر (ل ٢)} = ١٥٠ \text{ ساعة}$$

$$ل٢ = ٣٤٠ - ١ \text{ (صفر)} - ٤ \text{ (٨٥)} - \text{صفر (ل ١)} = \text{صفر ساعة}$$

وحيث تم استغلال طاقة المرحلة الثانية بالكامل (ل١ = صفر) فإنه يقال أن انتاج س٢ قد حل محل الطاقة العاطلة ل١ . ولنعود الآن الى القيد (١ / ٢) ، (٢ / ٢)
بعاليه فهما :

$$ل١ = ٣٢٠ - ٣س١ - ٢س٢ - \text{صفر (ل ٢)} \quad (١ / ٢)$$

$$ل٢ = ٣٤٠ - س١ - ٤س٢ - \text{صفر (ل ١)} \quad (٢ / ٢)$$

ولنقم باحلال س١ محل ل١ فى (٢ / ٢) لنجد أن :

$$٤س٢ = ٣٤٠ - س١ - ل١ - \text{صفر (ل ١)}$$

وبقسمة الجانبين على ٤ نجد أن :

$$س٢ = ٨٥ - \frac{١}{٤} س١ - \frac{١}{٤} ل١ - \text{صفر (ل ١)} \quad (٢ / ٢)$$

وبالتعويض عن قيمة س٢ من واقع (٢ / ٢) فى (١ / ٢) نجد أن :

$$ل١ = ٣٢٠ - ٣س١ - ٢ \left(٨٥ - \frac{١}{٤} س١ - \frac{١}{٤} ل١ - \text{صفر (ل ١)} \right) - \text{صفر (ل ٢)}$$

$$= ١٥٠ - ٢ \frac{١}{٤} س١ + \frac{١}{٢} ل١ + \text{صفر (ل ١)} \quad (١ / ٢)$$

وتأسيسا على ذلك تكون الصيغة الجبرية للحل الاساسى الثانى كالآتى :

$$\text{عظم } ع = ٥س١ + ٦س٢ + \text{صفر (ل ١)} + \text{صفر (ل ٢)} \quad (١)$$

$$\text{فى ظل : ل ١} = ١٥٠ - ٢ \frac{١}{٤} س١ + \frac{١}{٢} ل١ + \text{صفر (ل ١)} \quad (١ / ٢)$$

$$س٢ = ٨٥ - \frac{١}{٤} س١ - \frac{١}{٤} ل١ + \text{صفر (ل ١)} \quad (٢ / ٢)$$

وتبقى بعد ذلك مشكلة التحقق من مثالية هذا الحل . ويتم ذلك من طريق التعويض لقيمة س٢ من واقع (٢ / ٢) فى دالة الهدف كالآتى :

$$\begin{aligned} \text{ع} &= ٥١٠ \text{ س} + ٦ (٨٥ \text{ س} - ١\% \text{ ل} ٢) \\ &= ٥١٠ \text{ س} + ٣\% \text{ ل} ١ - ١\% \text{ ل} ٢ \quad (١) \end{aligned}$$

وتعنى (١) أن الأرباح التى تتحقق بانتاج ٨٥ وحدة من س ٢ هى ٥١٠ جنيه .
الا أن انتاج س ١ يؤدى الى اضافة صافية لحصيلة الأرباح المباشرة قدرها ٣ جنيه ،
وتبلغ التكلفة المحتسبة لوحدة الطاقة من المرحلة الثانية (ل ٢) ١٪ جنيه ٣٠ ولتوضيح
ذلك دعنا نفترض أننا نرغب فعلا فى انتاج وحدة واحدة من س ١ . وحيث أن طاقة
المرحلة الثانية مستغلة بالكامل ، فإنه يلزم لانتاج هذه الوحدة توفير الطاقة اللازمة
لها من هذه المرحلة بتخفيض انتاج س ٢ . وحيث أن وحدة س ١ تتطلب ساعة بينما
وحدة س ٢ تتطلب ٤ ساعات من هذه المرحلة فإن انتاج وحدة س ١ يقتضى تخفيض
س ٢ بمقدار ١/٤ وحدة ، وبالتالي الأرباح الحالية

الأرباح الحالية	٥١٠ جنيه
+ اضافة وحدة من س ١ (١ × ٣ جنيه)	٣
- خفض ١/٤ وحدة من س ٢ (١/٤ × ٣٠ جنيه)	(٧ ١/٢)
الأرباح الجديدة	٥١٣ ١/٢
الزيادة فى الأرباح باضافة وحدة من س ١	٣ ١/٢
=====	

لاحظ أن الأرقام الموجبة فى (١) تعنى أرباح محققة أو يمكن تحقيقها بينما الأرقام
السالبة تعنى تكاليف أو خسائر محققة أو يمكن أن تتحقق ، بالانتقال الى وضع جديد
وحيث يترتب على اضافة س ١ للانتاج اضافة صافية الى حصيلة الأرباح المباشرة ، فإنه
يصبح من الضرورى اجراء ذلك ، وتصبح المشكلة هى تحديد عدد الوحدات اللازم
اضافتها لخطه الانتاج من س ١ .

وكقاعدة عامة ، فسان عدد الوحدات الموجب اضافتها من منتج معين تتحدد
بقسمة ثوابت القيود فى الصيغة الجبرية للحل الأساسى الذى تم التوصل اليه
على المعاملات السالبة للمنتج أو المتغير المرفوب اضافته فى هذه القيود ،
واختيار أكبرها جبرياً (أو أصغرهما كقيمة مطلقة) .

وبالنظر الى القيد (١ / ٢) و (٢ / ٢) فى الصيغة الجبرية للحل الأساسى الثانى

نجد أن :

$$\text{ثابت القيد } (1/2) = 150$$

$$\text{معامل س}_1 \text{ في هذا القيد} = (2\% -)$$

$$\text{الثابت على المعامل} = 150 \div (2\% -) = 60$$

$$\text{ثابت القيد } (2/2) = 85$$

$$\text{معامل س}_2 \text{ في هذا القيد} = (1\% -)$$

$$\text{الثابت على المعامل} = 85 \div (1\% -) = 340$$

وبالتالي يكون الحد الأقصى لعدد الوحدات الممكن اضافته من س₁ هو 60 وحدة .
ولنعود الآن لتوضيح مغزى هذه القاعدة العامة قبل اتخاذ الاجراءات
المؤدية الى الحل الأساسي الثالث .

فيلاحظ أولاً أن ثوابت القيود إما أنها تمثل طاقات عاطلة (ل₁ = 150 في المرحلة الأولى) أو منتجات تم التخطيط لانتاجها (س₂ = 85 في القيد (2/2)) في الحل الأساسي الذي تم التوصل اليه (الثاني) . وحيث الرغبة هي اضافة منتج للخطوة هو غير موجود فيها ، فإن هذه الاضافة سوف تؤدي في كل الحالات الى تخفيض الطاقات العاطلة أو حجم انتاج المنتج أو المنتجات الموجودة حالياً بالخطوة أو كلا من الطاقات والمنتجات . ويتم هذا التخفيض طبقاً لمعاملات الاحلال بين المنتج المرغوب اضافته والمنتجات الاخرى والمراحل الانتاجية المختلفة . ويلزم أن تكون معاملات المنتج المرغوب اضافته سالبة حيث يعني ذلك أن انتاج المنتج يستنفد طاقات أو يؤدي إلى نقص وحدات من منتجات أخرى . أما اذا كانت المعاملات موجبة فهذا يعني أن اضافة المنتج سوف يزيد من الطاقات العاطلة أو سوف يزيد من حجم انتاج منتجات أخرى . ولا شك أن زيادة الطاقة العاطلة أو زيادة انتاج المنتجات الاخرى هما هون في الحل الأساسي الذي تم التوصل اليه لن يتعارض مع الهدف ، بينما تخفيض انتاج هذه المنتجات سوف يتعارض مع الهدف فلم يحدث ما يعرضه ويزيد عليه في الحل الأساسي الجديد .

وتوضيح العلاقة بين المعاملات والطاقات العاطلة والمنتجات المنتجة في القيد (1/2) و (2/2) . معامل س₁ في (1/2) = 2% - وهو يعني

أن انتاج وحدة واحدة من س_١ سوف يؤدي الى استنفاد $\frac{1}{2}$ ساعة من الطاقة .
 العاطلة ل_١ غير أننا نعرف من $(\frac{1}{2}, 1)$ أن انتاج وحدة من س_١ يتطلب ٢ ساعة . وليس
 $\frac{1}{2}$ ساعة، فكيف ذلك الاختلاف؟ والواقع أن هذا الاختلاف يرجع الى أنه في ظل
 الحل الاساسي الثاني نجد أن الطاقة الخاصة بالمرحلة الثانية مستغلة بالكامل
 ولانتاج وحدة من س_١ يلزم توفير ساعة من طاقة المرحلة الثانية والتي لا يمكن أن تتحقق
 الا بخفض انتاج س_٢ بمقدار $\frac{1}{2}$ وحدة . وسوف يؤدي هذا الخفض الى توفير $\frac{1}{2}$ ساعة
 في المرحلة الاولى بالإضافة الى الساعة المطلوبة من المرحلة الثانية . وإذا ما استغلت
 هذه النصف ساعة في انتاج س_١ فإنه يلزم اكمالها الى ٣ ساعات للوحدة من هذا المنتج
 من الطاقات العاطلة في المرحلة الأولى . وبالتالي فيلزم لكل وحدة من س_١ أن تسحب
 $\frac{1}{2}$ ساعة من الطاقة العاطلة لتكمل احتياجها من المرحلة الاولى بعد استنفاد النصف
 ساعة التي نتج عن تخفيض انتاج س_٢ بواقع ربع وحدة لكل وحدة من س_١ .

ويبقى بعد ذلك التساؤل الخاص بلماذا نختار أقل قيمة مطلقة (أكبر المقادير
 جبرياً) ؟ واجابة هذا التساؤل تقع في شقين الاول أننا لو اخترنا أكبر المقادير
 كقيمة مطلقة فإن ذلك سوف يؤدي حتما الى الخروج عن حدود منطقة الامكانيات .
 فانتاج ٣٤٠ وحدة من س_١ مثلاً غير ممكن لأن أقصى ما يمكن انتاجه منه بطاقة المرحلة
 الاولى هو $(320 + 3) = 323$ وحدة ، والثاني أنه حتى لو لم يؤدي ذلك الى
 الخروج عن حدود منطقة الامكانيات في بعض الحالات المعينة فإنه سوف يؤدي الى
 اخراج منتجات من خطة الانتاج بالكامل قد لا يكون من المربح اخراجها . أضف الى
 كل ذلك أن اختيار أقل المقادير كقيمة مطلقة يجعلنا ننقل على الحدود الخارجية
 لمنطقة الامكانيات من نقطة ركنية الى النقطة الركنية التي تليها دون الخروج عن
 حدودها . فإذا عدنا للشكل رقم $(1/2)$ في البند $(3/3)$ لوجدنا أننا في الحل
 الاساسي الاول كنا عند نقطة الصفر ، وفي الحل الاساسي الثاني كنا عند النقطة ط
 وفي الحل الاساسي الثالث الذي سوف نتوصل اليه سوف نكون عند النقطة و .

ونصل الى الحل الاساسي الثالث بالتعويض عن قيمة س_١ كما تحددت بالقاعدة
 السابقة في قيود الصيغة الرياضية للحل الاساسي الثاني $((1/2), (2/2))$
 كالآتي :

$$\begin{aligned} \text{س}_1 &= 60, \text{ ل}_2 = \text{صفر} \\ \text{ل}_1 &= 150 - 100 - (60) \frac{1}{2} + (60) \frac{1}{2} = \text{صفر} \\ \text{س}_2 &= 85 - (60) \frac{1}{2} - (60) \frac{1}{2} = 70 \end{aligned}$$

وبالتالى يكون الحل الاساسى الثالث هو :

$$\begin{aligned} \text{س}_1 &= 60 \text{ وحدة} & \text{س}_2 &= 70 \text{ وحدة} \\ \text{ل}_1 &= \text{صفر} & \text{ل}_2 &= \text{صفر} \\ \text{ع} &= 5(60) + 6(70) = 720 \text{ جنيه} \end{aligned}$$

وبنفس الخطوات التى وصلتنا الى الصيغة الجبرية للحل الاساسى الثانى تكون الصيغة الجبرية للحل الاساسى الثالث كالتالى :

$$\begin{aligned} \text{من } (1/2) : \text{ل}_1 &= 150 - 100 - 2\text{س}_1 + \text{ل}_2 \\ \text{س}_1 &= 60 - \text{ل}_1 \frac{1}{2} + \text{ل}_2 \frac{1}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{من } (2/2) : \text{س}_2 &= 85 - \text{س}_1 - \text{ل}_2 \\ \text{بالتعويض عن قيمة س}_1 \text{ من واقع } (1/2) \text{ فى } (2/2) \\ \text{س}_2 &= 70 - \text{ل}_1 \frac{1}{2} + \text{ل}_2 \frac{3}{2} \end{aligned}$$

وبالتعويض عن قيمة س₁ وس₂ من واقع (1/2) و (2/2) فى دالة الهدف نجد أن :

$$\begin{aligned} \text{ع} &= 5\text{س}_1 + 6\text{س}_2 + \text{صفر ل}_1 + \text{صفر ل}_2 \\ &= 5(60 - \text{ل}_1 \frac{1}{2} + \text{ل}_2 \frac{1}{2}) + 6(70 - \text{ل}_1 \frac{1}{2} + \text{ل}_2 \frac{3}{2}) + \text{صفر} + \text{صفر} \\ &= 720 - \text{ل}_1 \frac{5}{2} + \text{ل}_2 \frac{7}{2} \end{aligned}$$

ويلاحظ أن دالة الهدف لا تتطوى على معاملات موجبة لأى متغيرات ، وهى تعنى أن أقصى حصة للأرباح يمكن تحقيقها هى 720 جنيه ، ويكون سعر الظل المحتسب لوحدة الطاقة من المرحلة الاولى = $\frac{7}{2}$ جنيه (أى تكلفة وحدة الطاقة فى ظل هذه التشكيلة الانتاجية) ولوحدة الطاقة فى المرحلة الثانية = $\frac{5}{2}$ جنيه .

لاحظ أن هذه النتائج التى توصلنا اليها بالطريقة الجبرية ، تحققت بحل المشكلة بيانيا مرتين : الاولى عن طريق حلها على اساس أنها مشكلة تقصية فى البند (2/3) شكل رقم (4/1) حيث حصلنا على :

ع = ٧٢٠ جنيه ، س_١ = ٦٠ وحدة ، س_٢ = ٧٠ وحدة ، وطاقة المرحلتين

• مستغلة بالكامل .

والثانية عن طريق حلها كمسألة تدنيّة كما في البند (٣ / ٤) الشكل رقم

(٨ / ١) حيث حصلنا على :

ت = ٧٢٠ جنيه ، س_١ = $\frac{٧}{٥}$ جنيه ، س_٢ = $\frac{٤}{٥}$ جنيه ، حيث ص هي سعر الظل

المحسب للمرحلة المعنية .

وبذلك يتحقق مبدأ الثنائية منطقيا كما سوف نرى فيما بعد .

٦- الخلاصة :

عرضنا في هذا الفصل الى التعريف بالبرمجة الخطية وعرفنا أنها طريقة رياضية منتظمة للتوصل الى أفضل الحلول الممكنة لمجموعة من المشاكل التي يمكن وضعها في صيغة رياضية تكون جميع العلاقات فيها خطية متجانسة من الدرجة الاولى ثم انتقلنا بعد ذلك الى تحديد بعض متطلبات تطبيق البرمجة الخطية ومجالات التطبيق ، وعن طريق عرض مشكلة مبسطة تعرفنا على أهم أركان النموذج النمطي للبرمجة الخطية وهي :

(١) دالة الهدف ، وهي تمثل معيار التفضيل أو مرشد الاختيار بين البدائل في

النموذج كما تمثل الصيغة الرياضية للهدف المرغوب تحقيقه ،

(٢) القيود الموضوعية ، وهي تلك التي تحدد منطقة الامكانيات المتاحة لحل المشكلة

ولا يمكن الخروج على حدودها .

(٣) القيود التلقائية ، وهي تلك التي عادة ما تنص في النموذج النمطي للبرمجة

الخطية على عدم امكانية وجود قيم سالبة لأي من متغيرات المشكلة .

وقد انتقلنا بعد ذلك لعرض وحل المشكلة المبسطة ببيانها حيث توصلنا الى بعض المبادئ الأساسية للبرمجة الخطية . فالحل الأمثل لمشكلة البرمجة الخطية يلزم أن يقع على الحدود الخارجية لمنطقة الامكانيات ، ويلزم أن يكون عند نقطة ركنية لو كان الحل الأمثل فريداً ، وإذا تعددت الحلول المثالية المتكافئة فيقع أحدها على الأقل دائماً عند نقطة ركنية ، كما تعرفنا على معاملات احلال منتج بآخر ودلالة هذه المعاملات بالنسبة للطاقات المتاحة ، ثم أوضحنا أن لكل مشكلة من مشاكل البرمجة وجهان وجه تقصية والوجه الثانى تدنية ، ويؤدى ان الى التوصل الى نفس النتائج ، وقد ركزنا فى مشكلة التدنية التى تمثل ثنائى مشكلة تقصية حصيلة الارباح المباشرة على الاسعار المحتسبة لوحداات الطاقة فى الموارد المتاحة محدودة المقدار والقدرة فى الفترة القصيرة لما لها من أهمية سوف تتضح فيما بعد .

وانتقلنا فى البند الخامس من هذا الفصل الى توضيح خطوات ميكانيكية الحل الجبرى لنفس المشكلة المبسطة ، ووجدنا أننا نصل للحل الأمثل على مراحل كل منها يطلق عليه الحل الاساسى، ويكون الحل الاساسى الاول عند نقطة الصفر ويكون الحل الاساسى الاخير هو الأمثل ، كما عرفنا فكرة مبسطة عن كيفية التعرف على بلوغ الحل الأمثل عن طريق التعويض فى دالة الهدف، كما تعرفنا على بعض الاجراءات المتبعة للانتقال من حل اساسى الى آخر . فيجب أن يتم فى الحل الأساسى الواحد تقديم منتج واحد أو ادخال متغير جديد واحد ، كما يجب أن يتم هذا التقديم أو الادخال فى ظل الالتزام بالقاعدة العامة للأحلال بين المنتجات والموارد . وسوف تتضح أهمية هذه القواعد والمفاهيم والاجراءات فى الفصل التالى الذى سوف يختص بمعرض الطريقة العامة لحل مشكلة البرمجة الخطية ، والسماه بطريقة السمبلكس .

اسئلة وتمارين /فصل الأول

أولا : الأسئلة :

السؤال الأول : برر فيما لا يزيد عن ثلاثة سطور خطأ أو صواب كل من العبارات التالية:

- ١- تصبح المشكلة موضوع الدراسة قابلة لتطبيق البرمجة الخطية مادامت علاقاتها خطية حتى ولو كانت غير صريحة .
- ٢- إذا لم تكن كل الموارد المتاحة محدودة المقدار أو القدرة، فإنه لن يمكن حل المشكلة موضوع الدراسة بالبرمجة الخطية حتى ولو كانت علاقاتها خطية صريحة .
- ٣- يلزم تحديد معاملات دالة الهدف بدقة تامة وعلى وجه التأكيد بينما يلزم تحديد معاملات الاستخدام على وجه التقريب في نموذج البرمجة الخطية .
- ٤- يعد نموذج البرمجة الخطية بديلا للإدارة الرشيدة .
- ٥- تقوم دالة الهدف بدور دالة الانتاج في شأن توازن المنتج بينما تقوم القيود الموضوعية بدور خط الميزانية في شأن توازن المستهلك .
- ٦- يقصد بالارباح التي عادة ما يتم تخصيصها في نموذج البرمجة الخطية الارباح الصافية بعد خصم تكاليف الاستمرار في العملية الانتاجية في المدى الطويل .
- ٧- في حالة وجود منتجين فإنه يكفي أن يكون هناك موردا واحدا تكون طاقته محدودة لكي يتم انتاج المنتجين معا في التشكيلة المثالية .
- ٨- تشتق معاملات التبادل بين المنتجات من معاملات استخدامها من الموارد المختلفة، وتكون دائما ثابتة بصرف النظر عن اختلاف الموارد ومعاملات الاستخدام .
- ٩- يجب في مشكلة البرمجة الخطية أن يكون الهدف متعارفا مع القيود الموضوعية .
- ١٠- يجب أن يكون الحل الأمثل لمشكلة البرمجة الخطية حلا فريدا .
- ١١- لابد وأن يتفق الاستغلال الأمثل للطاقة مع الاستغلال الكامل لها .
- ١٢- تكون الصيغة الثنائية لمشكلة البرمجة الخطية صورة طبق الأصل من صيغة المشكلة الأصلية .
- ١٣- إذا كانت دالة الهدف متوازنة مع متساوية أحد القيود الموضوعية فلا يتيسر للمشكلة حلا أمثلا .

- ١٤- اذا كانت دالة الهدف متوازنة مع متساوية أحد القيود التلقائية فالحل الامثل يقع عند نقطة الصفر .
- ١٥- يمكن فى الانتقال من حل أساسى الى آخر اضافة أكثر من منتج جديد للحل الأساسى الجديد .
- ١٦- عند حساب عدد الوحدات الواجب انتاجها من المنتج المرغوب اضافته فى الحل الأساسى الجديد يجب أن لانهمل معاملات الاحلال الموجبة .
- ١٧- أسعار الظل المحتسبة للموارد النادرة تعادل دائما أسعارها التبادلية فى السوق .
- ١٨- يؤدى حل مشكلة البرمجة بيانيا الى الحصول على البيانات اللازمة عن تشكيلة الانتاج المثالية وأقصى أرباح ممكن تحقيقها وأسعار ظل الموارد النادرة ، ومعاملات الاحلال بين المنتجات .

السؤال الثانى : أكتب مذكرات مختصرة عن :

- ١- دالة الهدف ٢- منطقة الامكانيات ٣- تشكيلة الانتاج المثالية ٤- أسعار الظل المحتسبة ٥- القاعدة العامة لحساب الكميات الواجب اضافتها من منتج جديد لتشكيلة انتاج قائمة ٦- مبدأ الثنائيه .

ثانيا : التمازين :

التمرين الأول :

وضح كل من النماذج التالية بيانيا (كل على رسم بيانى مستقل) مع تظليل منطقة الامكانيات فى كل حالة .

- ١-
$$\begin{aligned} & \text{س} ١ \leq \text{صفر} \\ & \text{س} ٢ \leq \text{صفر} \\ & \text{س} ١ \leq ١٠ \\ & \text{س} ٢ \leq ١٢ \end{aligned}$$
- ٢-
$$\begin{aligned} & \text{س} ١ \leq ٢٠ \\ & \text{س} ٢ \leq ١٠ \\ & \text{س} ١ \leq ١٢ \\ & \text{س} ٢ \leq ١٠ \end{aligned}$$
- ٣-
$$\begin{aligned} & \text{س} ١ \leq ١٠ \\ & \text{س} ٢ \leq ١٢ \\ & \text{س} ١ \leq ١٠ \\ & \text{س} ٢ \leq ١٠ \end{aligned}$$
- ٤-
$$\begin{aligned} & \text{س} ١ \leq ١٠ \\ & \text{س} ٢ \leq ١٢ \\ & \text{س} ١ \leq ١٠ \\ & \text{س} ٢ \leq ١٠ \end{aligned}$$

$$\begin{array}{l} ٣ - ٢س١ - ٢س٢ \leq ٤ \\ ٢س١ + ٢س٢ \leq ١٢ \\ س١ + ٢س٢ \leq ١٦ \\ س١ - ٢س٢ \leq ٨ \\ ٤ - ع = ٢س١ + ٢س٢ \\ س١ + ٢س٢ \geq ١٥ \\ ٢س١ + ٢س٢ \geq ١٨ \\ س١ + ٢س٢ \geq ٢٤ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} ٥ - ع = ٢س١ + ٢س٢ \\ س١ + ٢س٢ \geq ١٥ \\ ٢س١ + ٢س٢ \geq ١٨ \\ س١ + ٢س٢ \geq ٢٤ \\ ٦ - ت = ٢س١ + ٢س٢ \\ س١ + ٢س٢ \leq ١٨ \\ ٢س١ + ٢س٢ \leq ١٦ \\ س١ + ٢س٢ \leq ٢٠ \end{array}$$

التمرين الثانى :

شعر السيد عبد الواحد الغضبان بأرهاق شديد ، فتوجه الى طبيبه الخاص الذى نصحه أن يتعاطى يوميا مالا يقل عن ٤٨ وحدة من فيتامين ب١ ، و٥٠ وحدة من فيتامين ب٢ . وتوجه السيد الغضبان الى صيدليته المفضلة حيث أبلغه الصيدلى أن لديه نوع من الحبوب يحتوى كل منها على وحدة واحدة من فيتامين ب١ وخمس وحدات من ب٢ ونوع من الكبسولات يحتوى كل منها على أربع وحدات من فيتامين ب١ ووحدة واحدة من ب٢ . ويبلغ سعر الحبة الواحدة قرشا واحدا بينما يبلغ سعر الكبسولة الواحدة ثلاثة قروش . بصفتك السيد عبد الواحد الغضبان ، ماهى المشكلة المثالية من الحبوب والكبسولات التى يجب عليك تعاطيها يوميا لتنفيذ تعليمات الطبيب والشئ تكلفك أقل ما يمكن . الرجاء محاولة حل هذه المشكلة على أساس أنها مشكلة تدنية وعلى أساس أنها مشكلة تعظيم منافع (من فيتامين ب١ وب٢) بيانيا . حاول أن تقوم بحل مشكلة التعظيم جبريا .

التمرين الثالث :

تقوم شركة السيارات العصرية بإنتاج نموذجين من السيارات ، النموذج الأول فاخر للعائلات والنموذج الثانى جيب للأعمال الشاقة . وتحقق الشركة أرباح مباشرة على النوع الاول قدرها ٦٠٠ جنيه ، وقدرها ٣٠٠ جنيه على الجيب . ويتطلب

انتاج السيارة الواحدة من النوع الاول ٣٠ ساعة في خط التجميع و ١٠ ساعات في خط التشطيب والدوكو، وساعتين في مركز الفحص والاختبار، بينما تحتاج الجيب الى ١٢ ساعة على خط التجميع و ٨ ساعات في خط التشطيب والدوكو وأربع ساعات في مركز الفحص والاختبار. وتبلغ طاقة خط التجميع ٦٠٠٠ ساعة في الفترة الانتاجية، بينما تبلغ طاقة خط التشطيب والدوكو ١٢٠٠ ساعة في نفس الفترة، وتبلغ طاقة مركز الفحص والاختبار ١٠٠٠ ساعة في الفترة. فتا هي تشكيلة الانتاج المثالية التي تحقق أكبر حصيلة من الارباح المباشرة ؟ الرجا حل المشكلة بيانيا وجبريا .

التمرين الرابع :

- ١- نفس بيانات المشكلة السابقة فيما عدا أن الارباح المباشرة على السيارة الفاخرة تتساوى مع الارباح المباشرة للجيب حيث تحقق الوحدة من كل منهما ٥٠٠ جنيه .
- ٢- نفس بيانات المشكلة في التمرين الثالث فيما عدا أن الارباح المباشرة على السيارة الفاخرة تبلغ ٦٠٠ جنيه وعلى الجيب ٢٤٠ جنيه (الرجا الاكتفاء بالحل البياني) .
- ٣- نفس بيانات المشكلة في التمرين الثالث فيما عدا أن الربح المباشر على السيارة الفاخرة يبلغ ٣٠٠ جنيه وعلى الجيب ١٠٠ جنيه (الرجا حلها بيانيا وجبريا) .

التمرين الخامس :

تقوم احدى الشركات بانتاج منتجين يمر كل منهما على مرحلتين انتاجيتين متتاليتين . وفيما يلي مصفوفة المعاملات الفنية لكل من المنتجين من المرحلتين وكذلك متجه العمود (ب) .

$$[A] = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 4 & 1 \end{bmatrix} \text{ المراحل } , [B] = \begin{bmatrix} 36 \\ 40 \end{bmatrix} \text{ المنتجات}$$

وتحقق الشركة أرباح مباشرة قدرها ٤ جنيه على المنتج الأول و ٨ جنيه على المنتج الثاني .

- المطلوب : (١) حل المشكلة بيانيا وجبريا على أنها مشكلة تعظيم أرباح .
- (٢) حل المشكلة بيانيا على أنها مشكلة تدنية تكاليف .

الفصل الثاني في البرمجة الخطية (تابع) طريقة السمبلكس

١ - مقدمة :

تعتبر طريقة السمبلكس التي قدمها دانتزي Dantzig سنة ١٩٤٧ لحل مجموعة مشاكل البرمجة الخطية أحد الاكتشافات الرياضية الهامة للقرون العشرين . فهي كطريقها عامة تعتبر أهم الطرق في هذا المجال وأكثرها كفاءة وفعالية، وقد ساهمت الأبحاث اللاحقة لدانتزي وعدد كبير من الرواد الآخرين مثل كهن H.W.Kuhn و تكرر A.W.Tucker ، وشابلي L.S.Shapely ، وكارنيس A.Charnes ، وغيرهم في تطوير الطريقة وتحسينها ورفع مستوى كفاءتها والتغلب على بعض المشاكل التي كانت تحد من سلامة تطبيقها .

وتقوم طريقة السمبلكس على مبادئ ومفاهيم رياضية متقدمة ومعقدة . غير أنه لا يلزم الإلمام بهذه المبادئ والمفاهيم لأغراض الإلمام بالطريقة ذاتها ومغزاها ودلالاتها . ولحسن الخط ، فهي كطريقة ذات منهجية رياضية منتظمة ترتكن إلى ما يسمى "نهج الاستبعاد الكامل" لجاوس Gauss وجوردن Jordan . وهذا النهج لا يستلزم خلفية رياضية متقدمة لاستيعابه ، بل يكفي الإلمام بقليل من القواعد الجبرية وقواعد جبر المصفوفات البسيطة . وسوف نبدأ في هذا الفصل بتقديم نهج الاستبعاد الكامل ومنه ننتقل إلى طريقة السمبلكس .

٢ - نهج الاستبعاد الكامل :

يقوم نهج الاستبعاد الكامل على بعض القواعد الجبرية العامة والمبسطة والتي تنطبق على أنظمة المعادلات الخطية الآتية . ولتوضيح هذه القواعد لنفترض أن لدينا نموذج من ثلاث معادلات في ثلاثة متغيرات كالآتي :

$$\begin{aligned}
 (1) \quad \begin{aligned} 2 &= 3s^4 + 2s^3 + s \\ 8 &= 3s^5 + 2s^4 + s^3 \\ 10 &= 3s^3 - 2s^2 - s \end{aligned}
 \end{aligned}$$

وتكون الصيغة الجبرية لهذه المعادلات الثلاثة في صورة جبر مصفوفات كالآتي :

$$(1/1) \quad \begin{bmatrix} 2 \\ 8 \\ 10 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3s \\ 2s \\ 3s \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 4 & 3 & 1 \\ 5 & 4 & 2 \\ 3 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

وفي صورة رمزية تكون :

$$[أ] = [س] \times [ب]$$

ولحل هذا النموذج بنهج الاستبعاد الكامل يكون المطلوب هو استبعاد s من المعادلتين الثانية والثالثة ، واستبعاد s من المعادلتين الأولى والثالثة ، واستبعاد s من المعادلتين الأولى والثانية ، وبمعنى آخر يكون المطلوب هو تحويل المصفوفة $[أ]$ الى مصفوفة وحدة $[I]$. ويتم ذلك طبقا للقاعدة التالية :

يمكن ضرب أى معادلة في النموذج في أى رقم موجب أو سالب وإضافتها الى معادلة أخرى دون أن تتغير الخصائص الرياضية للنموذج .

وللتوصل للهدف المطلوب بتطبيق هذه القاعدة نقوم بالآتي :

١- نضع المصفوفة $[أ]$ مجاورة لمتجه العمود $[ب]$ كالآتي :

$$(2/1) \quad \begin{array}{l} \text{الصف الاول} \\ \text{الصف الثاني} \\ \text{الصف الثالث} \end{array} \left[\begin{array}{c|ccc} 2 & 4 & 3 & 1 \\ 8 & 5 & 4 & 2 \\ 10 & 3 & -2 & -1 \end{array} \right]$$

وحيث معامل s في الصف الاول هو ١ فيظل كما هو، ويكون المطلوب تحويل معامل s (العمود الاول) في الصف الثاني الى صفر وتحويل معامل s في الصف الثالث الى صفر . ويتحول معامل s في الصف الثاني الى صفر بضرب الصف الاول (أو الصف الثالث) في ٢ وإضافته الى الصف الثاني . كما يتحول معامل s في الصف الثالث الى صفر بضرب الصف الاول في ١ وإضافته الى الصف الثالث (أو بضرب

الصف الثانى فى - ١/٢ واضافته الى الصف الثالث . لاحظ أن العملية تنصب على كل من [أ] و [ب] لينتج :

$$\begin{array}{l} \text{الصف الاول /} \\ \text{الصف الثانى / (٣ / ١)} \\ \text{الصف الثالث /} \end{array} \left[\begin{array}{c|cc} ٢ & ٤ & ٣ & ١ \\ ٤ & ٣- & ٢- & \text{صفر} \\ ٨ & ٧- & ٥- & \text{صفر} \end{array} \right]$$

ويكون المطلوب فى النموذج (٣/١) هو : تحويل معامل س_٣ فى الصف الثانى / من - ٢ الى ١ ، وتحويل معامل س_٣ فى الصف الأول من ٣ الى صفر وتحويل معامل س_٣ فى الصف الثالث من - ٥ الى صفر . ويتم ذلك بالترتيب كالآتى :
قسمة الصف الثانى / على - ٢ ، ضرب الصف الثانى / فى ٣ واضافته للصف الأول / ، ضرب الصف الثانى / فى ٥/٢ واضفته للصف الثالث لينتج :

$$\begin{array}{l} \text{الصف الأول /} \\ \text{الصف الثانى / (٤ / ١)} \\ \text{الصف الثالث /} \end{array} \left[\begin{array}{c|cc} ٨ & ١/٢- & \text{صفر} & ١ \\ ٢- & ٣- & ١ & \text{صفر} \\ ٢- & ٢ & \text{صفر} & \text{صفر} \end{array} \right]$$

وبتطبيق نفس الخطوات السابقة على معاملات س_١ (العمود الثالث) يلزم تحويل معاملات س_١ فى الصفين الاول // والثانى // الى صفر ومعاملها فى الثالث // الى ١ لينتج :

$$\begin{array}{l} \text{الصف الاول} \\ \text{الصف الثانى (٥ / ١)} \\ \text{الصف الثالث} \end{array} \left[\begin{array}{c|cc} ٦ & \text{صفر} & \text{صفر} & ١ \\ ٤ & \text{صفر} & ١ & \text{صفر} \\ ٤- & ١ & \text{صفر} & \text{صفر} \end{array} \right]$$

وهذا يعنى أن :

$$٦ = س_١ ، ٤ = س_٢ ، ٤- = س_٣$$

هو الحل الجبرى لهذا النموذج من المعادلات الخطية الآتية .

والطريقة التى اتبعناها فى التوصل الى هذا الحل هى نهج الاستبعاد الكامل

لجاوس وجوردن ،

٢-١- نهج الاستبعاد الكامل فى حالة زيادة المتغيرات عن المعادلات :

لعله من الواضح أنه لا يلزم فى مشاكل البرمجة الخطية أن يتساوى عدد القيود مع عدد متغيرات المشكلة . فقد يوجد فى المشكلة عدد من الموارد محدودة المقدار أو القدرة يقل كثيرا أو قليلا عن عدد المنتجات المطلوب اختيار التشكيلة المثالية من بينها . وبالطبع فإن حل النموذج الرياضى للمشكلة فى هذه الحالة لن يؤدى الى اختيار كل المنتجات فى تشكيلة واحدة . والواقع أنه لن يمكن بأى حال من الأحوال أن تحتوى تشكيلة المنتجات فى ظل هذه الظروف على عدد من المنتجات يزيد على عدد القيود الموضوعية . وكقاعدة عامة يكون عدد المنتجات فى التشكيلة المثالية (أو عدد المتغيرات الأصلية فى الحل الأمثل) مساويا على الأكثر لعدد القيود الموضوعية أو يقل عنها . فكيف يمكن التوصل الى حل مشكلة بهذه المواصفات ، أى مماثلة لمشكلة يكون فيها عدد المتغيرات أكبر من عدد المعادلات ، بنهج الاستبعاد الكامل .

لتوضيح ذلك دنا نفترض مشكلة فى خمسة متغيرات فى ثلاث معادلات كالآتى :

$$\begin{aligned} 42 &= 3x_1 - 2x_2 + 3x_3 - x_4 + 2x_5 \\ (1) \quad 15 &= 2x_1 + 3x_2 + x_3 + 4x_4 + x_5 \\ 30 &= -2x_1 - 3x_2 + x_3 + x_5 \end{aligned}$$

ولنفرض أن المطلوب فى (١) معاليه هو حل المشكلة لقيم كل من x_1 ، x_2 ، x_3 ، x_4 ، x_5 معبرا عنها بدلالة x_1 ، x_2 ، x_3 . فعندئذ ، متى تحددت قيم هذين المتغيرين الآخرين ، تتحدد قيم باقى المتغيرات .

ولنبداً بوضع بياضات المشكلة فى صورة جدول نعتاد على استخدامه على شكل مصفوفة [أ] مجاورة للعمود [ب] ومعنونة بالمتغيرات على الشكل الآتى :

الصف	ب	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
١	٤٢	٣	-٢	٣	-١	٢
٢	١٥	صفر	١	٣	٢	١
٣	٣٠-	-٢	صفر	-٣	صفر	١

الجدول الأول

وطبقا لنهج الاستبعاد الكامل يصبح المطلوب هو استبعاد s_1 من الصفين الثانى والثالث وتحويل معاملته فى الصف الاول الى ١ ، واستبعاد s_3 من الصفين الاول والثالث واستبعاد s_4 من الصفين الاول والثانى ويتم ذلك كالاتى :

١- تحويل معامل s_1 الى الوحدة فى الصف الأول : ويتم ذلك بقسمة الصف ١ على ٣ التى تمثل معامل s_1 حاليا ، ويطلق على المعامل الحالى للمتغير s_1 عصر البؤرة وهو محاط بدائرة فى الجدول الأول ، ويكون الصف الأول الجديد بعد ذلك كالاتى :

الصف	ب	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
١	١٤	١	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$

٢- حيث معامل s_1 فى الصف ٢ فى الجدول الاول صفر فيبقى كما هو ليكون الصف الثانى الجديد .

الصف	ب	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
٢	١٥	صفر	١	٣	٢	١

٣- لتحويل معامل s_1 فى الصف الثالث الى الصفر فيلزم ضرب الصف الأول فى الجدول الأول فى $\frac{2}{3}$ أو ، وهو يؤدي الى نفس النتيجة ، بضرب الصف الاول الجديد فى $\frac{2}{3}$ ، و اضافته للصف الثالث فى الجدول الأول ، ويكون الصف الثالث الجديد نتيجة ذلك كما هو مبين فى الجدول الثانى .

الصف	ب	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
١	١٤	١	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$
٢	١٥	صفر	(١)	٣	٢	١
٣	٢٠	صفر	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$

وحيث تم استبعاد s_1 من الصفين الثاني والثالث (معاملات فيها = صفر)، تصبح الخطوة التالية هي استبعاد s_2 من الصفين الأول والثالث بنفس الطريقة . وحيث معامل s_2 في الصف ٢ هو الوحدة ، فإن هذا الصف يظل دون تغيير . لاحظ أن هذا المعامل هو ما أطلقنا عليه عنصر البؤرة، وهو محاط بدائرة في الجدول الثاني، كما أن الصف الذي يقع فيه يسمى صف البؤرة ، والعمود الذي يقع فيه يسمى عمود البؤرة ويصبح المطلوب هو تحويل باقى معاملات عمود البؤرة الى الصفر . ويتم ذلك كالآتى :

١ - بالنسبة للصف الأول (المطلوب استبعاد $-\frac{1}{3}$) ، اضرب صف البؤرة في $\frac{1}{3}$

واجمعه جبريا على الصف الأول لتحصل على الصف الأول الجديد .

٢ - بالنسبة للصف الثالث (المطلوب استبعاد $-\frac{2}{3}$) ، اضرب صف البؤرة في $\frac{2}{3}$ واجمعه

جبريا على الصف الثالث لتحصل على الصف الثالث الجديد .

ويوضح الجدول الثالث كل ذلك :

الصف	ب	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
١	١٩	١	صفر	$\frac{5}{3}$	$\frac{1}{3}$	١
٢	١٥	صفر	١	٣	٢	١
٣	٨	صفر	صفر	$\frac{4}{3}$	$\frac{2}{3}$	٣

الجدول الثالث

ويبقى بعد ذلك تحويل عنصر البؤرة في الجدول الثالث الى الوحدة واستبعاد باقى عناصر عمود البؤرة (والعمود الثالث الخاص بالمتغير s_3) بتحويلها الى الصفر . ويتم تحويل عنصر البؤرة الى الوحدة بضرب صف البؤرة (الصف الثالث) في الجدول الثالث في $\frac{3}{4}$ لنحصل على الصف الثالث الجديد كالآتى :

الصف	ب	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
٣	٦	صفر	صفر	١	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$

الصف الثالث الجديد

ويستبعد المعامل ($\frac{5}{3}$) في الصف الأول في عمود البؤرة في الجدول الثالث عن طريق ضرب الصف الثالث الجديد في ($-\frac{5}{3}$) وإضافته للصف الأول . ويستبعد المعامل (٣) في الصف الثاني من نفس العمود بضرب الصف الثالث الجديد في (٣-) وإضافته للصف الثاني وتظهر نتائج هذه العمليات في الجدول الرابع .

الصف	ب	س _١	س _٢	س _٣	س _٤	س _٥
١	٩	١	صفر	صفر	$\frac{1}{2}$	$\frac{11}{4}$
٢	٣	صفر	١	صفر	$\frac{1}{2}$	$\frac{23}{4}$
٣	٦	صفر	صفر	١	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{4}$

الجدول الرابع

ويمثل الجدول الرابع حل المشكلة للمتغيرات س_١ ، س_٢ ، س_٣ بدلالة س_٤ وس_٥ .
فمن معادلة الصف الاول نجد أن :

$$س_١ = ٩ - (\frac{1}{2} س_٤ - \frac{11}{4} س_٥) = \frac{11}{4} س_٥ + \frac{1}{2} س_٤ - ٩ \quad (١ / ١)$$

ومن معادلة الصف الثانى نجد أن :

$$س_٢ = ٣ - (\frac{1}{2} س_٤ - \frac{23}{4} س_٥) = \frac{23}{4} س_٥ + \frac{1}{2} س_٤ - ٣ \quad (٢ / ١)$$

ومن معادلة الصف الثالث نجد أن :

$$س_٣ = ٦ - (\frac{1}{2} س_٤ + \frac{9}{4} س_٥) = \frac{9}{4} س_٥ - \frac{1}{2} س_٤ - ٦ \quad (٣ / ١)$$

ومن الواضح أننا نستطيع الحصول على عدد لا نهائى من الحلول الممكنة للنموذج فى
(١ / ١) و (٢ / ١) و (٣ / ١) ، والمعادل للجدول الرابع ، باعطاء كل من س_٤ و
س_٥ قيما مختلفة ، وإذا فرضنا أن قيمة س_٤ = صفر وقيمة س_٥ = صفر لوجدنا أن حل
هذا النموذج كالاتى :

$$س_١ = ٩ ، س_٢ = ٣ ، س_٣ = ٦$$

ويسمى هذا الحل حلا أساسيا ، كما تسمى المتغيرات س_١ ، س_٢ ، س_٣ الظاهرة فيه
متغيرات أساسية ، بينما المتغيرين س_٤ ، س_٥ المفترض قيمتهما مساوية للصفر
فيسميان متغيرات غير أساسية .

والواقع أن نهج طريقة السمبلكس لا يختلف عن نهج الاستبعاد الكامل السدى
وضحناه في هذا المثال الأخير .

٣- طريقة السمبلكس والمشكلة المبسطة :

لنسترجع الآن الميعة الرياضية للمشكلة المبسطة التي عرضناها بيانياً وجبرياً
في الفصل السابق لنرى كيف يتم حلها بطريقة السمبلكس . فقد كانت المشكلة كما يلي :

$$\begin{aligned} \text{عظم } E &= ١٥س١ + ٦س٢ \quad (١) \\ \text{في ظل : } &\begin{cases} (١/٢) \quad ٣٢٠ \geq ٢س٢ + ١س٣ \\ (٢) \quad \begin{cases} (١/٢) \quad ٣٢٠ \geq ٢س٢ + ١س٣ \\ (٢/٢) \quad ٣٤٠ \geq ٢س٤ + ١س١ \end{cases} \end{cases} \end{aligned}$$

$$(٣) \quad \begin{cases} ١س١ \leq \text{صفر} \\ ٢س٢ \leq \text{صفر} \end{cases}$$

ولنبداً بالقيود الموضوعية (٢) لتحويلها الى متساويات باضافة ما سبق أن
أطلقنا عليه المتغيرات العاطلة عندما قمنا بحل هذه المشكلة جبرياً . ولنرمز للطاقة
العاطلة في المرحلة الأولى (١/٢) بالرمز $س٣$ (بدلا من $ل١$) ولنرمز للطاقة العاطلة
في (٢/٢) بالرمز $س٤$. وبالتالي تصبح (٢) كالآتي :

$$(٢) \quad \begin{cases} ٣٢٠ = ٢س٢ + ١س٣ + ٣س١ \\ ٣٤٠ = ٢س٤ + ١س١ + ٤س٢ \end{cases}$$

فيصبح لدينا مشكلة في أربعة متغيرات ومعادلتين . وحيث أن متغيرات الطاقة
العاطلة لا تحقق ربحية كما سبق أن ذكرنا ، فإنه يمكن اضافتها في دالة الهدف
بمعاملات صغيرة لتصبح دالة الهدف كالآتي :

$$(١) \quad E = ١٥س١ + ٦س٢ + ٣س٣ + ٤س٤$$

وهي المطلوب هو إيجاد أكبر قيمة ممكنة للمتغير E ، والتي تتحقق بالقطع بأعلى قيم
ممكنة لكل من المتغيرين $س١$ و $س٢$.

وإذا افترضنا في (٢) أن كل من s_1 و s_2 يساوى الصفر، لتبقى طاقة المرحلتين عاطلة بالكامل، فإن النتيجة سوف تكون $s_3 = 320$ ساعة، $s_4 = 340$ ساعة. ولنعيد ترتيب بيانات دالة الهدف (١) والقيدين (٢) فيما يسمى بجدول الحل الأساسي الأول، والذي فيه تكون:

$s_4 = 340$ ، $s_3 = 320$ ، $s_2 = 0$ ، $s_1 = 0$ ، s_4 متغيرات فـسـير أساسية ، أى مساوية للصفر .

جدول الحل الأساسي الأول :

ع	٥ ٦ ٠ ٠				ب	س*	ع
	س١	س٢	س٣	س٤			
١٦٠	٣	٢	١	٠	٣٢٠	س٣	٠
٨٥	١	٤	٠	١	٣٤٠	س٤	٠
	٥	٦	٠	٠	٠	المؤشرات	

ويمثل صف الهدف (ع) فى قمة الجدول معاملات المتغيرات فى دالة الهدف كما فى (١) /
فهى بالنسبة للمتغير $s_1 = 5$ وللمتغير s_2 مثلا = صفر . كما يمثل العمود الاول المعنوي (ع) معاملات المتغيرات التى توجد فى الحل الأساسى من دالة الهدف (١) / ، فمعامل $s_3 = 320$ و معامل $s_4 = 340$ ، ويمثل العمود المعنوي [س*] عمود متغيرات الحل الأساسى ، وهى بالنسبة للحل الأساسى الاول لهذه المشكلة [س*] = [س٣ ، س٤] . ويمثل العمود [ب] قيم المتغيرات فى الحـل الأساسى ، فالمتغير $s_3 = 320$ ، والمتغير $s_4 = 340$. وتمثل باقى الأرقام فى المصفوفة تحت المتغيرات s_1 الى s_4 فى الضيقين الاول والثانى ، معاملات الاستخدام

من واقع (٢) / ٠ أما عمود النسب فسوف يتضح معزاه وكيفيه الحصول على الأرقام الظاهرة فيه حالا ٠ (القاعدة الثانية) ٠
ويقوم صف المؤشرات معام دقة السفينة في طريقه السمبلكس ، حيث يوجه السى الخطوات التالية الواجب اتخاذها للتوصل الى الهدف المنشود ٠ ويتم الحصول على الأرقام التى تظهر فيه جبريا كالآتى :

١- نقوم بضرب معاملات الهدف للمتغيرات التى تظهر فى الحل الاساسى كما تظهر فى العمود [ع_و] فى العناصر المقابلة فى كل عمود من أعمده مصفوفه الاحتياجات ؛ أى مصفوفة معاملات المتغيرات ٠ فحاصل ضرب العمود [ع_و] فى عمود معاملات س_١ مثلا يساوى صفر كالآتى :

$$\begin{aligned} \text{صفر} &= 3 \times \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \text{صفر} &= 1 \times \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

كما أن حاصل ضرب العمود [ع_و] فى عمود معاملات س_٢ مثلا يكون مساويا للصفر كالآتى :

$$\begin{aligned} \text{صفر} &= 2 \times \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \text{صفر} &= 4 \times \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

٢- نقوم بطرح حصيلة الضرب فى الخطوات السابقة من معامل المتغير فى الصف (ع_و) وهو صف الهدف ، أى من رحيه المتغير فى دالة الهدف ، ونضع حصيلة الطرح فى اسفل عمود معاملات المتغير المعين ، أى فى صف المؤشرات وذلك طبقا فيما عدا العمود [ب] ٠ فحصيلة الطرح بالنسبة للمتغير س_١ هى :
٥ - صفر = ٥ ، وبالنسبة للمتغير س_٢ مثلا هى = صفر - صفر = صفر .

٣- بالنسبة للعمود [ب] نقوم بضرب العمود [ع_و] فى العمود [ب] ونضع حصيلة الضرب فى اسفل العمود فى صف المؤشرات ٠ ويوضح هذا الرقم حصيلة الارسل او العوائد التى تتحقق بالحل الاساسى الذى يوضحه الجدول ٠

وحيث توصلنا الى جدول الحل الاساسى الأول ، فان الخطوات التالية لطريقة السمبلكس تتم طبقا للقواعد الآتية (مشكلة تعظيم) :

القاعدة الأولى : اذا وجد فى صف المؤشرات أرقاماً موجبة فيما عدا العمود [ب] قم باختبار أكبرها ، وميز العمود الذى يقع فى قاعدة هذا الرقم بعمود البؤرة (وقد ميزناه بسهم فى جدول الحل الأساسى الأول) . واذا لم توجد أرقام موجبة فى صف المؤشرات ، فيما عدا العمود [ب] ، نكون قد توصلنا الى الحل الأساسى الأمثل . ذلك مع مراعاة أن المشكلة هى مشكلة تعظيم أرباح أو منافع .

والواقع أن تطبيق هذه القاعدة على الحل الأساسى الأول يعنى اختيار المنتج الذى يحقق أكبر ربحية لادخاله فى برنامج الانتاج ، أى فى متغيرات الحل الأساسى . ونجد فى مشكلتنا المبسطة أن س_٣ هو المتغير الأكثر ربحية والذى يصبح من الواجب تقديمه فى الحل الأساسى فى الخطوة التالية . وتصبح المشكلة هى تحديد عدد الوحدات الواجب ادخالها فى الحل الأساسى لهذا المتغير . ويتحدد ذلك بالقاعدة التالية .

القاعدة الثانية : مع بحساب النسب الموجبة بين عناصر العمود [ب] فى الحل الأساسى وعمود البؤرة الذى تحدد بالخطوة السابقة ، قم باختبار أصغر هذه النسب وميز الصف الذى تقع فيه هذه النسبة بصف البؤرة . ولا تعتمد بالنسب التى يكون فيها المقام مساوياً للصفر حيث أنها غير معرفة رياضياً ، ولأنها تعنى عدم وجود علاقة بين المتغير فى عمود البؤرة وقيم العمود [ب] .

ويتطبيق هذه القاعدة على الحل الأساسى الأول نجد أن صف البؤرة هو صف س_٤ ، وقد ميزناه بسهم ، ويتقاطع صف البؤرة مع عمود البؤرة عند عنصر يسمى " عنصر البؤرة " والذى يظهر محاطاً بدائرة فى جدول الحل الأساسى الأول . ونكون بذلك فى وضع يسمح لنا بالانتقال للحل الأساسى الثانى طبقاً للإجراءات التالية :

١- نقوم بقسمة صف البؤرة على عنصر البؤرة لنصل الى الصف الجديد الذى يحل محل صف البؤرة ويقع مكانه فى جدول الحل الأساسى الجديد .

٢- يحل المتغير الذى يحتل عمود البؤرة فى الجدول السابق محل المتغير فى صف البؤرة عند تحديد متغيرات الحل الأساسى فى الجدول الجديد ، أى أن س_٣ يحل محل س_٤ فى العمود [س^{*}] فى جدول الحل الأساسى الثانى كما تحل ربحية المتغير الجديد فى [س^{*}] فى العمود [ع^{*}] محل ربحية المتغير المستبعد . (تحل ربحية س_٣ محل ربحية س_٤) .

٣- نتخلص من باقى معاملات الاستخدام الخاصة بالمتغير الجديد فى عمود البؤره (فيما عدا عنصر البؤره طبعاً) وذلك باتباع نهج الاستبعاد الكامل لتحويل قيمة هذه المعاملات الى صفر .

٤- قم بحساب صف المؤشرات كما سبق أن أوضحنا .

٥- قم بتطبيق القاعدة الأولى ثم القاعدة الثانية فى الاجراءات بعاليه حتى تصل الى الحل الاساسى الأمثل .

وبتطبيق هذه القواعد والاجراءات نصل الى جدول الحل الاساسى الثانى فيما يلى :

جدول الحل الاساسى الثانى

س_٣ حلت محل س_٤

ع _و	٥	٦	٠	٠	ع _و	س*	ب
النسب	س _١	س _٢	س _٣	س _٤	النسب	س*	ب
٦٠	$\frac{5}{2}$	٠	١	$\frac{1}{4}$	٦٠	س _٣	١٥٠
٣٤٠	$\frac{1}{4}$	١	٠	$\frac{1}{4}$	٣٤٠	س _٢	٨٥
	$\frac{7}{2}$	٠	٠	$\frac{3}{2}$		المؤشرات	٥١٠

ويوضح الجدول أن المتغيرات الأساسية هي س_٣ = ١٥٠ وتمثل الطاقة التى ما زالت ماطلة فى المورد الأول . كما أن س_٢ = ٨٥ وحدة، أى أن حجم انتاج المنتج الثانى هو ٨٥ وحدة . وحيث الوحدة تحقق ٦ جنيه أرباح مباشرة فان حصيلة الارباح المباشرة بهذه التشكيلة تكون ٥١٠ جنيه ، كما يتضح فى صف المؤشرات فى العمود [ب] . ويلزم قبل الانتقال للخطوات التالية أن نقوم بتوضيح مغزى صف المؤشرات وعمود النسب .

٣-١- مغزى صف المؤشرات ودلالة معاملات الاحلال :

سبق أن وضحنا كيفية الحصول على الأرقام الظاهرة فى صف المؤشرات .
والواقع أن الحصول على هذه الأرقام بهذه الطريقة له مغزاه ودلالته الاقتصادية . ولنتنظر
الى الرقم $\frac{1}{2}$ تحت س_١ فى الجدول بعاليه مثلا . فللحصول على هذا الرقم قمنا
بالعمليات الآتية :

١- ضربنا الرقم (صفر) فى العمود [ع_١] بجوار س_٣ ، وهو يمثل ربحية س_٣
فى العنصر $\frac{1}{2}$ الذى يمثل معامل الاستخدام الصافى للمنتج س_١ من الطاقة العاطلة
س_٣ . فإنتاج وحدة من س_١ يلزم ٣ ساعات من المورد الأول يتوفر منها نصف ساعة
بتخفيض انتاج المنتج الثانى بمقدار $\frac{1}{2}$ وحدة والباقى وهو $2\frac{1}{2}$ ساعة يتم الحصول عليه من
الطاقة العاطلة فى المورد الأول ، والتي رمزنا لها بالرمز س_٣ . وحيث أن الطاقة
العاطلة قيمتها الاقتصادية صفر فاننا نضرب هذه الاحتياجات الصافية ($\frac{1}{2}$) فى قيمة
الوحدة منها (صفر) لنحصل على العائد المفقود بأستخدامها فى انتاج وحدة من س_١ .

كذلك ضربنا الرقم ٦ فى العمود [ع_١] ، وهو يمثل الربح المباشر على الوحدة من س_٣ ،
فى العنصر ($\frac{1}{2}$) الذى يمثل معامل احلال س_١ مع س_٣ . فإنتاج وحدة من س_١ يستدعى
تخفيض انتاج س_٣ بمقدار $\frac{1}{2}$ وحدة حتى تتوفر ساعة من طاقة المورد الثانى والمستغلة
حاليا بالكامل فى انتاج س_٣ . وتكون الأرباح المفقودة نتيجة هذا الخفض $= 6 \times \frac{1}{2} =$
 3 جنيه . وبذلك تكون جملة الأرباح أو العوائد أو المنافع المفقودة نتيجة انتاج
وحدة من س_١ كالآتى :

نتيجة استغلال $2\frac{1}{2}$ ساعة من الطاقة العاطلة فى المورد الأول = صفر $\times 2\frac{1}{2}$ = صفر
نتيجة تخفيض $\frac{1}{2}$ وحدة من انتاج س_٣ = $6 \times \frac{1}{2} = 3$ جنيه

مجموع العوائد أو المنافع المفقودة بانتاج وحدة من س_١

3

٢- غير أن الوحدة من س_١ تحقق أرباح مباشرة تعادل ٥ جنيه للوحدة . وتمثل هذه
الأرباح عوائد مضافة بانتاج س_١ . ولذلك فقد طرحنا مجموع حاصل هذا الضرب من هذه
الأرباح كالآتى :

العوائد المضافة بانتاج وحدة من س_١ = ٥ جنيه

العوائد المفقودة بانتاج وحدة من س_١ = ١ ½ "

صافى العوائد المضافة بانتاج وحدة س_١ = ٣ ½ جنيه

وبما ان هذا الصافى موجباً فهو يعنى امكانية الاضافة لحصيلة الأرباح المباشرة باضافة المتغير . ومن هذا تبرز دلالة ومغزى صف المؤشرات ومعاملات الاحلال .

هذا ويمكن اظهار هتين الخطوتين فى سبيل التوصل الى المؤشرات ، كما يتضح من جدول الحل الأساسى الثالث . فالمؤشرات هى عبارة عن الأرباح المباشرة (ع_و) مطروحة منها (ي_و) التى تمثل حاصل ضرب العمود (ع_و) فى عمود معاملات كل متغير من متغيرات النموذج .

ونتبع نفس القواعد والاجراءات السابق ذكرها للتوصل للحل الأساسى الثالث كما يظهر فى الجدول .

ويتضح من الجدول أننا توصلنا الى الحل الأمثل ، حيث كل المؤشرات فى صف المؤشرات صفرية أو سالبة . ويوضح العمود (س*) شكلية الانتاج المثالية ويوضح العمود (ب) كمياتها ، كما يوضح حصيلة الأرباح المباشرة المثالية (أسفل العمود) وهى كالآتى :

$$ع^* = ٧٢٠ \text{ جنيه} ، (س^*) = [س_١ ، س_٢]$$

$$[٦٠ ، ٧٠] =$$

جدول الحل الأساسي الثالث

س_١ حلت محل س_٣

ع	٥	٦	٠	٠	ب	س*	ع
النسب	س _١	س _٢	س _٣	س _٤			
	١	٠	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{5}$	٦٠	س _١	٥
	٠	١	$\frac{1}{5}$	$\frac{2}{5}$	٧٠	س _٢	٦
	٥	٦	$\frac{7}{5}$	$\frac{6}{5}$	٧٢٠	المؤشرات	
	٠	٠	$\frac{7}{5}$	$\frac{6}{5}$		ع-ي-و	

كما يتضح أن الطاقة المتاحة مستغلة بالكامل حيث س_٣، والتي ترمز للطاقة العاطلة في المرحلة الأولى ، و س_٤ والتي ترمز للطاقة العاطلة في المرحلة الثانية ، كلاهما يساوي الصفر ،

٢-٢- زيادة المتغيرات عن القيود الموضوعية :

يتناول هذا البند مثالا آخر يكون فيه عدد المتغيرات أكبر من عدد القيود الموضوعية ، لتحقيق قاعدة أن أي حل لمشكلة برمجة خطية لا يمكن أن يزيد فيه عدد المتغيرات الأساسية عن عدد القيود الموضوعية، وذلك بالإضافة الى تثبيت خطوات طريقة السمبلكس وعرض مراحلها في صورة أكثر توفيراً للوقت والجهد ، ولنغرض المشكلة التالية في صورتها الرياضية :

$$(1) \quad \text{عظم } E = 1s^2 + 2s^3 + 3s^4 + 4s^5$$

$$(2) \quad \begin{cases} 120 \geq 1s^3 + 2s^2 + 3s^4 + 4s^5 \\ 80 \geq 1s^2 + 2s^3 + 3s^4 + 4s^5 \\ 160 \geq 1s + 2s^2 + 3s^3 + 4s^4 + 5s^5 \end{cases}$$

$$(3) \quad 1s, 2s, 3s, 4s \leq \text{صفر}$$

وتبدأ خطوات الحل كالآتي :

١- نحول متباينات القيود الموضوعية (٢) الى متساويات باضافة متغيرات الطاقة العاطلة . ولنرمز لهذه المتغيرات بالرمز s_5, s_6, s_7 في القيود الثلاثة على التوالي . فتصبح القيود الموضوعية كالآتي :

ب	١س	٢س	٣س	٤س	٥س	٦س	٧س
$3 = 120$	٢	٤	٤	١	٠	٠	٠
$2 = 80$	٢	٣	١	٠	١	٠	٠
$1 = 160$	٢	٣	٣	٠	٠	١	١

٢- نضيف متغيرات الطاقة العاطلة في دالة الهدف بمعاملات صفرية كالآتي :

٢	٣	٤	٥	٥س	٦س	٧س
٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

٣- نعيد ترتيب الخطوتين السابقتين في جدول الحل الأساسي الأول ، الذي تكون فيه متغيرات الطاقة العاطلة هي متغيرات الحل الأساسي ومساوية لطاقات الموارد المحدودة والمتاحة (ب) .

٤- نطبق القواعد والاجراءات السابق توضيحها لحساب صف المؤشرات واختيار عمود البؤرة واختيار صف البؤرة والانتقال الى جدول الحل الأساسي التالي كما هو موضح في الجداول الثلاثة التالية :

ع	٢ ٣ ٤ ٥ ٥ ٥ ٥							ب	س	ع
	النسب	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦			
جدول الحل الاساسي الاول س٤ تحل محل س٥	٣٠	٠	٠	١	٤	٤	٢	٢	١٢٠	٥ س
	٨٠	٠	١	٠	١	٣	٢	٢	٨٠	٦ س
	٥٣ ١/٣	١	٠	٠	٣	٣	٢	١	١٦٠	٧ س
المؤشرات									٠	
جدول الحل الاساسي الثاني س٣ تحل محل س٦	٦٠	٠	٠	١/٤	١	١/٢	٣/٤	٣٠	٥ س	٤ س
	٣٣ ١/٣	٠	١	١/٤	٠	٢	٣/٢	٥٠	٦ س	٠
	١٤٠	١	٠	٣/٤	٠	٠	١/٢	٧٠	٧ س	٠
المؤشرات									١٥٠	
جدول الحل الاساسي الثالث الحل الامثل	٤٠	٠	١/٣	١/٣	١	١/٣	١/٣	٤٠	٥ س	٤ س
	١٠٠	٠	٢/٣	١/٣	٠	٤/٣	١	١٠٠	٦ س	٣ س
	١٦٠	١	١/٣	٢/٣	٠	٢/٣	٠	١٦٠	٧ س	٠
المؤشرات									٥٠٠	

ويوضح الجدول الأول الحل الاساسي الأول ، والذي منه يتبين أن عمود البؤرة يقع في س٤ ، كما أن أصغر النسب بين العمود [ب] وعمود معاملات س٤ يوضح أن صفه هو صف البؤرة . ويتم بذلك الانتقال لجدول الحل الاساسي الثاني والحلول الاساسية التالية بالخطوات الآتية :

١- بالنسبة لصف البؤرة في الجدول الاول - تقوم بقسمة هذا الصف على الرقم (٤) الذى يمثل عنصر البؤرة ونستبدل s_6 في العمود [س*] بالمتغير s_7 ، ونضع ذلك في الصف الاول من مصفوفة المعاملات لنحصل على الصف الاول الجديد ، كما نقوم باستبدال ربحية s_6 في العمود [ع و] بربحية s_7 .

٢- نضرب الصف الاول الجديد في (-١) (أو الصف الاول القديم الذى هو صف البؤرة في - ١/٤) ونضيفه للصف الثانى (صف s_7) للتخلص من معامل s_7 فى الصف الثانى وهو يساوى (١) ، ونضع حصيلة الإضافة فى الصف الثانى فى الجدول الجديد .

٣- نضرب الصف الاول الجديد في (-٣) (أو الصف الاول القديم الذى هو صف البؤرة في - ٣) ونضيفه للصف الثالث (صف s_7) للتخلص من معامل s_7 فى الصف الثالث الذى يساوى (٣) ، ونضع حصيلة الاضافة فى الصف الثالث فى الجدول الجديد .

٤- نقوم بحساب صف المؤشرات في الجدول الجديد (الجدول الثانى) :
أ- نضرب العمود [ع و] في العمود [ب] لنحصل على حصيلة الارباع المباشرة ونضعها في العمود [ب] في صف المؤشرات ، وهى لمثالنا الجارى في جدول الحل الأساسى الثانى كالآتى :

$$(٥ \times ٣٠) + \text{صفر} (٥٠) + \text{صفر} (٧٠) = ١٥٠ \text{ جنيه}$$

ب- نضرب العمود [ع و] في أعمدة معاملات المتغيرات من s_1 الى s_7 ثم نطرح حصيلة الضرب الخاصة بكل متغير من معامل المتغير في الصف [ع و] ، هدف :
الهدف : فهى بالنسبة للمتغير s_1 كالآتى :

$$٤ - ١ = ٣ - ٢ = \left[\left(\frac{٥}{٤} \right) \text{ صفر} + \left(\frac{٥}{٤} \right) \text{ صفر} + \left(\frac{٣}{٤} \right) ٥ \right] - ٢ = \frac{١٥}{٤} - ٢ = \frac{٧}{٤}$$

وهى بالنسبة للمتغير s_7 :

$$٤ - ٢ = ٣ - ٢ = \left[\left(\frac{١}{٢} \right) \text{ صفر} + \left(\frac{٣}{٢} \right) \text{ صفر} + \left(\frac{١}{٢} \right) ٥ \right] - ٣ = ٢ \frac{١}{٢} - ٣ = \frac{١}{٢}$$

وبالنسبة للمتغير s_3 الى s_7 :

$$\begin{aligned}
 ٣٤ - ٣٤ - ٣٤ &= ٤ - [٥ (١) + (٢) صفر + صفر (صفر)] = ٤ - ٥ = ١ \\
 ٤٤ - ٤٤ - ٤٤ &= ٥ - [٥ (١) + صفر (صفر) + صفر (صفر)] = ٥ - ٥ = ٥ \\
 ٥٤ - ٥٤ - ٥٤ &= صفر - [٥ (١/٤) + صفر (١/٤) + صفر (١/٤)] = صفر - ٥/٤ = ٩/٤ \\
 ٦٤ - ٦٤ - ٦٤ &= صفر - [٥ (صفر) + صفر (١) + صفر (صفر)] = صفر - صفر = صفر \\
 ٧٤ - ٧٤ - ٧٤ &= صفر - [٥ (صفر) + صفر (صفر) + صفر (١)] = صفر - صفر = صفر
 \end{aligned}$$

٥- نفحص صف المؤشرات للبحث عن الأرقام الموجبة واختيار أكبرها . وفي جدول
الحل الأساسي الثاني نجد أن الرقم الموجب الوحيد هو $\frac{1}{2}$ أسفل س_٣ ، فيصبح
العمود الذي يقع فيه هذا الرقم عمود البؤرة ، ومعنى ذلك أن س_٣ يدخل في تشكيلة
الانتاج بالحل الأساسي التالي .

٦- نقوم بحساب النسب بين العمود (ب) ومعاملات س_٣ ، أي :

$$١٤٠ = \frac{1}{2} \div ٢٠ ، ٣٣ \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \div ٥٠ ، ٦٠ = \frac{1}{3} \div ٣٠$$

لنجد أن أصغرهما هو $\frac{1}{3}$ ٣٣ والذى يقع في صف س_٣ ، فيصبح هو صف البؤرة .

٧- نقوم بتكرار الخطوات السابقة للانتقال من حل أساسي الى الذى يليه حتى يصبح
صف المؤشرات كله سالبا .

ونالانتقال الى جدول الحل الأساسي الثالث نجد أنه الحل الأمثل للمشكلة
والذى فيه $\frac{1}{3} = ١٦٦ \frac{1}{3}$ جنيه ($\frac{٥٠٠}{٣}$) .

متغيرات غير أساسية

$$س_١ = صفر$$

$$س_٣ = صفر$$

$$س_٥ = صفر$$

$$س_٦ = صفر$$

متغيرات أساسية (س*)

$$\frac{١٠٠}{٣} = س_٢$$

$$\frac{١٦٦ \frac{1}{3}}{٣} = س_٤$$

$$\frac{١٠٠}{٣} = س_٧$$

وتوضح المتغيرات الأساسية أحجام انتاج كل من س_٢ و س_٣ في تشكيلة الانتاج المثالية ، كما توضح أن الطاقة العاطلة في س_٢ (في القيد الثالث) تبلغ $\frac{1}{3}$ ٥٣ وحدة طاقة .

أما المتغيرات غير الأساسية فتوضح أن س_١ و س_٣ منتجات غير مربحة بالمقارنة بكل من س_٢ و س_٤ ولذلك فهي لا يتم انتاجها ، كما توضح أن طاقة القيد الاول (س_٥) وطاقة القيد الثاني (س_٦) استغلت بالكامل وأصبحت متغيرات الطاقة العاطلة فيها = صفر ، أى س_٥ = صفر، و س_٦ = صفر .

ونلاحظ أن الحل الاساسى ينطوى على ثلاث متغيرات ، وهى تساوى عدد القيود الموضوعية تعاماً ، واحدى هذه المتغيرات يمثل طاقة عاطلة .

٣-٢-١ دلالة الارقام الظاهرة في صف المؤشرات في جدول الحل الأمثل :

تنقسم الارقام الظاهرة في صف المؤشرات في جدول الحل الأمثل الى قسمين : قسم يتعلق بمتغيرات المشكلة الأصلية ، وهى المنتجات فى مثالنا الجارى والتي تحتوى على المتغيرات س_١ ، س_٢ ، س_٣ ، س_٤ ، وقسم يتعلق بمتغيرات الطاقة العاطلة وهى المضافة للقيود الموضوعية لتحويلها من متباينات الى مساويات ، وهى فى مثالنا الجارى تحتوى على س_٥ ، س_٦ ، س_٧ .

وتمثل الارقام الظاهرة في صف المؤشرات تحت متغيرات القسم الأول الربحية المنتظر فقدانها بإضافة وحدة واحدة من المتغير المعين . فإضافة وحدة من س_١ مثلاً سوف تؤدي الى انخفاض حصة الأرباح المباشرة بمقدار $\frac{1}{6}$ ٢ جنيه ($\frac{1}{6}$) للأسباب الآتية :

إضافة وحدة من س_١ تحقق أرباح مباشرة = ٢ جنيه .
فإن ذلك سوف يستدعى :

- تخفيض س_٤ بمقدار $\frac{1}{5}$ وحدة (معامل احلال س_٤ و س_١ فى الجدول الاخير)
تؤدي الى تخفيض الأرباح بمقدار $\frac{1}{5}$ (٥) = $\frac{5}{1}$ جنيه .
- وتخفيض س_٢ بمقدار $\frac{3}{4}$ وحدة (معامل احلال س_٢ مع س_١ فى الجدول الاخير)
تؤدي الى تخفيض الأرباح بمقدار $\frac{3}{4}$ (٣) = $\frac{15}{4}$ جنيه .

ليكون الأثر النهائي على حصة الارباح المباشرة كالآتي :

أرباح مفقودة من س ٤ ، س ٢ = $\frac{5}{3} + \frac{15}{6} = \frac{1}{2}$ جنيه
أرباح مضافة بانتاج وحدة من س ١
صافي الارباح المفقودة
 $= \frac{1}{6} \text{ جنيه } (\frac{13}{6})$

طاقة اضافية من هذا المورد بالاضافة الى $\frac{1}{3}$ وحدة من المورد الثانى . ويتم توفير هذه الاحتياجات بتخفيض انتاج س_٢ بمقدار $\frac{1}{4}$ وحدة (معامل احلال س_٢ وس_٣ فى الجدول الأخير) ، حيث سوف يؤدى ذلك الى توفير $\frac{1}{4} \times 2 = \frac{1}{2}$ من المورد الأول ، وتوفير $\frac{1}{4} \times 2 = \frac{1}{2}$ من المورد الثانى .

٣- وتؤدى زيادة س_٢ بمقدار $\frac{1}{4}$ وحدة الى زيادة حصة الارباح بمقدار

$$\frac{1}{3} \times 5 = \frac{5}{3} = 1 \text{ جنيه}$$

ويؤدى خفض س_٢ بمقدار $\frac{1}{4}$ وحدة الى خفض حصة الارباح بمقدار

$$\frac{1}{4} \times 3 = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ جنيه}$$

لتكون الزيادة الصافية فى الارباح نتيجة اضافة وحدة الى طاقة المورد الأول ، واجراء التعديلات اللازمة فى تشكيلة الانتاج هى $\frac{1}{3} - 1 = -\frac{2}{3}$ اجنيه

٤- يلاحظ أيضا أن اضافة وحدة الى طاقة المورد الأول سوف يؤدى الى تعديل

الطاقة العاطلة فى المورد الثالث بانقاصها بمقدار $\frac{1}{3}$ وحدة طاقة . فزيادة س_٢ بمقدار $\frac{1}{3}$ وحدة يتطلب توفير وحدة من طاقة هذا المورد (حيث الوحدة من س_٢ تحتاج الى ٣ وحدات طاقة منه) ويؤدى تخفيض س_٢ بمقدار $\frac{1}{4}$ وحدة الى توفير $\frac{1}{4} \times 2 = \frac{1}{2}$ وحدة من طاقة هذا المورد . ولاستكمال هذا الثلث الى وحدة الطاقة المطلوبة يتم سحب $\frac{1}{3}$ وحدة من الطاقة العاطلة . وعليك باجراء هذا التحليل للمتغير س_٢ .

ويلاحظ أخيرا أن المتغيرات التى تظهر فى الحل الاساسى ، سواء من القسم الاول أو القسم الثانى فتظهر مؤشراتها فى صف المؤشرات بقيمة صفرية . ذلك لان استبدال وحدة من هذه المتغيرات بوحدة من نفسها لن يؤثر فى حصة الارباح .

٤- تدنية التكاليف أو التضحيات :

بعد أن . وضحنا ميكانيكية طريقة السبيلكس فى حل مشاكل البرمجة الخطية التى يكون الهدف فيها هو تعظيم عوائد أو منافع أو أرباح ، فقد أصبح من الواجب علينا التعرف على هذه الميكانيكية فى حالة استهداف تدنية التكاليف أو التضحيات .

ذلك لان العديد من مشاكل الحياة العملية يكون الهدف فيها هو تدنية تضحيات معينة في سبيل تحقيق أهداف أو شروط أو منافع أخرى . وسوف يتولى هذا البند ايضاح ذلك .

ولنفرض على سبيل المثال أن مركب كيميائي معين يتكون من ثلاثة عناصر متساوية في الكثافة ، وتبلغ كثافة الوحدة من كل منها وحدة كثافة ، ولكنها تختلف في احتوائها لعادتين فعاليتين ، فالوحدة من العنصر الأول تحتوى على ٤ مجم من المادة الفعالة الأولى ولا تحتوى على المادة الفعالة الثانية ، أما الوحدة من العنصر الثانى فتحتوى على ٢ مجم من المادة الفعالة الأولى وعلى ٢ ملجم من المادة الفعالة الثانية ، وتحتوى الوحدة من العنصر الثالث على ٣ مجم من المادة الفعالة الأولى وعلى ٣ مجم من المادة الفعالة الثانية . وتتطلب المواصفات القياسية لهذا المركب الكيميائى أن لا تقل كثافة الوحدة منه عن ٢٠٠ وحدة ، كما يجب أن لا تقل المادة الفعالة الأولى في الوحدة من المركب عن ٤٢٠ ملجم ، كما يجب أن لا تزيد المادة الفعالة الثانية في الوحدة من المركب عن ٣٠٠ ملجم . وتبلغ تكلفة الوحدة من العنصر الأول ٣ جنيه ، بينما تبلغ تكلفة الوحدة من العنصر الثانى ٢ جنيه ، ومن العنصر الثالث ٢ ½ جنيه . والمطلوب هو تحديد التشكيلة المثالية للعناصر الثلاثة للمركب والتي تؤدي الى تخفيض تكلفة الوحدة من المركب الى أقل ما يمكن .

٤-١ الصيغة الرياضية للمشكلة :

لنرمز للعنصر الأول في المركب بالرمز s_1 وللعنصر الثانى بالرمز s_2 وللعنصر الثالث بالرمز s_3 . وبالتالي تكون دالة الهدف هي تدنية تكلفة كميات هذه العناصر التي تكون التشكيلة المثالية من المركب . وتكون دالة الهدف كالآتي :

$$\text{تدنية ت} = 3s_1 + 2s_2 + 2\frac{1}{2}s_3 \quad (1)$$

ولما كانت العناصر الثلاثة متساوية الكثافة وتبلغ كثافة الوحدة من كل منها وحدة واحدة ولما كانت الكثافة المطلوبة في المركب هي ٢٠٠ وحدة فان قيد الكثافة يكون كالآتي :

$$s_1 + s_2 + s_3 \leq 200 \quad (1/2)$$

كما يكون قيد المادة الفعالة الأولى التي يجب أن لا تقل محتويات الوحدة من المركب منها عن ٤٢٠ ملجم ، كالآتي :

$$٤س٤ + ٢س٢ + ٣س٣ \leq ٤٢٠ \quad (٢/٢)$$

أما المادة الفعالة الثانية فتقتضى المواصفات أن لا تزيد في وحدة المركب عن ٣٠٠ ملجم . وبذلك يكون القيد الخاص بها كالآتي :

$$٣س٣ + ٢س٢ + ١س١ \geq ٣٠٠ \quad (٣/٢)$$

وبالتالى تكون الصيغة الرياضية للمشكلة كالآتي :

$$\begin{aligned} (١) \quad & \text{تدنية } ت = ١س٣ + ٢س٢ + ٢س٢\frac{١}{٢} \\ (٢) \quad & \begin{cases} ٢٠٠ \leq ١س١ + ٢س٢ + ٣س٣ \\ ٤٢٠ \leq ١س٤ + ٢س٢ + ٣س٣ \\ ٣٠٠ \geq ١س١ + ٢س٢ + ٣س٣ \end{cases} \text{ فى ظل :} \\ (٣) \quad & ١س١ \geq ٠, ٢س٢ \geq ٠, ٣س٣ \leq \text{صفر} \end{aligned}$$

يتطلب حل المشكلة بطريقة السمبلكس تحويل المتباينات الى متساويات . غير أن متباينتى القيدين الأول (الكثافة) والثانى (المادة الفعالة الأولى) تتطلب أن يزيد محتوى تركيبة العناصر الثلاثة عن المقدار المحدد أو يساوية . وإذا زاد هذا المحتوى عن ٢٠٠ وحدة كثافة في القيد الأول مثلاً ، فيتطلب الأمر لتحويل هذه المتباينة الى متساوية طرح مقدار الزيادة من الجانب الأيمن للمتباينة ليتساوى مع المقدار ٢٠٠ . ولنرمز لهذه الزيادة المطلوب طرحها في القيد الأول بالرمز س٤ . وكذلك الأمر بالنسبة لمتباينة القيد الثانى حيث نرمز للزيادة المطلوب طرحها بالرمز س٥ . ويطلق على س٤ ، س٥ المتغيرات الزائدة . أما القيد الثالث فيتطلب أن يقل محتوى تركيبة العناصر من المادة الفعالة الثانية عن ٣٠٠ ملجم أو يساويه . وحيث يمكن لهذا المحتوى أن يقل عن ٣٠٠ ملجم فيلزم إضافة متغير س٦ في الجانب الأيمن من القيد ليعوض هذا النقص لتحويل المتباينة الى متساوية . ويقوم س٦ بدور المتغيرات العاطلة السابق توضيحه في مشكلة التعظيم . وبإضافة هذه المتغيرات الى القيود الموضوعية (٤) تصبح كالآتي :

$$(٤) \quad \begin{cases} ٢٠٠ = ١س١ + ٢س٢ + ٣س٣ - ٤س٤ \\ ٤٢٠ = ١س٤ + ٢س٢ + ٣س٣ - ٥س٥ \\ ٣٠٠ = ١س١ + ٢س٢ + ٣س٣ \end{cases}$$

ولما كنا نبدأ فى جدول الحل الأساسى الأول من نقطة الصفر ، أى . بجعل المتغيرات العاطلة (أو الزائدة) مساوية لقيمة القيود ، فإن هذا الامر يبدو غير ممكنا فى القيدين الأول والثانى . ذلك لأن س_٤ سوف يساوى - ٢٠٠ و س_٥ سوف يساوى - ٤٢٠ . وهذا أمر يتنافى مع القيود التفاضلية التى تتطلب عدم وجود متغيرات سالبة . وللخروج من هذا المأزق دعنا نتصور عنصرا وهما وليكن ه_١ تكون كثافة الوحدة منه مساوية للوحدة ، غير أن تكلفة الوحدة منه مرغعة جدا ، ولتكن ١٠٠ جنيه مثلا . لاحظ أن ه_١ عنصر وهمى ليس له وجود فعلا ، ولا يجوز أن ينطوى عليه الحل الأمثل للمشكلة . ولذلك فقد افترضنا أن تكلفته مرغعة جدا ليضمن عدم دخوله بين تركيبة العناصر المثالية . ولنضيف ه_١ الى القيد الأول ليصبح كالآتى :

$$س_١ + س_٢ + س_٣ - س_٤ + ه_١ = ٢٠٠$$

ولنتصور على نفس النسق عنصرا وهما تحتوى الوحدة منه على ملجم واحد من المادة الفعالة الأولى ، وليكن ه_٢ تكلفة الوحدة منه أيضا ١٠٠ جنيه . وبذلك تكون دالة الهدف والقيود لهذه المشكلة المعدلة كالآتى :

$$\begin{aligned} \text{تدنية : } & ت = س_١^٣ + س_٢^٢ + \frac{١}{٢} س_٣^٢ + \text{صفر} س_٤ + \text{صفر} س_٥ + ١٠٠ ه_١ + ١٠٠ ه_٢ \\ \text{فى ظل : } & س_١ + س_٢ + س_٣ - س_٤ + ه_١ = ٢٠٠ \\ & س_١ + س_٢ + س_٣ + ٤ س_٤ + ٥ س_٥ + ه_٢ = ٤٢٠ \\ & س_١ + س_٢ + س_٣ = ٣٠٠ \end{aligned}$$

كل من س_١ ، س_٢ ، س_٣ ، س_٤ ، س_٥ ، ه_١ ، ه_٢ ≤ صفر .

وبذلك يكون الحل الأساسى الأول مكونا من :

ه_١ = ٢٠٠ ، ه_٢ = ٤٢٠ ، س_١ = ٣٠٠ ، وباقى المتغيرات غير أساسية .

ونقوم بوضع المشكلة فى جدول الحل الأساسى الاول على هذا الأساس كالآتى :

جدول الحل الاساسى الاول

ت و	٣	٢	٢ ١/٢	صفر	صفر	صفر	١٠٠	١٠٠	١٠٠	النسب
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	ب
٢٠٠	١	١	١	١	١	١	١	١	١	٢٠٠
١٠٥	١	٢	٣	١	١	١	١	١	١	٤٢٠
—	١	٢	٣	١	١	١	١	١	١	٣٠٠
المؤشرات	٢٢٠٠٠	٤٦٢٠	٢٦٨	٣٦٧ ١/٢	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٢٢٠٠٠

وبالنظر الى جدول الحل الاساسى الاول نجد أن الحل الاساسى يتضمن المتغيرين الوهميين هـ١، هـ٢ والمتغير العاقل س١ كما أن تكلفة هذا الحل مرشعة جدا (٦٢٠٠٠ جنيه)، بما يدفعنا الى العمل على تخفيضها . ويتم ذلك طبعا باستبعاد المتغيرات الوهمية ذات التكاليف المرشعة من الحل الاساسى . وتقوم طريقة السمبلكس بتحقيق ذلك تلقائيا اذا كان للمشكلة حلا ممكنا . ولضمان هذه الطقائية قمنا بافتراض تكلفة مرشعة جدا للوحدة من المتغيرات الوهمية . لاحظ أن المتغيرات الوهمية ليس لها وجود حقيقى فى المشكلة ولا يمكن للحل الأمثل أن يتضمن أية قيمة موجبة أو سالبة لأى منها . والهدف منها هو المساعدة فى التخلص من مازق السالبية بضمان ضرورة استبعادها من الحل الأمثل ان وجد، أما اذا لم يمكن التخلص من أى منها فهذا يعنى أنه لا يوجد للمشكلة حلا ممكنا .

٤-٢- قواعد السمبلكس واجرائاتها فى التدنية :

حيث أن المنافع أو الأرباح هى المضاد للتكاليف أو التضحيات ، فإن البحث عن أقصى المنافع أو الأرباح يتناسق تماما مع البحث عن أدنى التكاليف أو التضحيات . فتحقيق الهدف الاول من مشكلة معينة لا يتم فعلا الا بتحقيق الهدف الثانى . وترتبطا على ذلك

«انه اذا كنا قد بحثنا في مشكلة التعظيم بحدود اختيار المتغير الواحد تفديعه نفس
شكيلة المتغيرات الاساسية عن أعلى ربحية موجبة للمتغيرات التي لازالت خارج التشكيلة
فان نفس المنطق يقتضى ، في مشكلة تدنية التكاليف أو التضحيات ، البحث عن المتغير
الذى يحقق أكبر وفورات في التكاليف ، أى أدنى قيمة سالبة . ويستلزم ذلك بالطبع
ضرورة حساب قيم صف المؤشرات واختيار أدنى قيمة سالبة لتمييز عمود البؤرة . وبذلك
تكون القاعدة الأولى للتدنية كالآتى :

القاعدة الأولى (تدنية) : اذا وجد في صف المؤشرات قيمة أو قيمة سالبة ، قم
باختيار أصغرها جبرياً ، وميز العمود الذى تقع فيه هذه القيمة بعمود البؤرة . ويصبح
المتغير في قمة هذا العمود هو الواجب اضافته للحل الاساسى التالى . واذا لم توجد
أية قيمة سالبة فالحل الاساسى القائم هو الحل الأمثل .

ولحساب صف المؤشرات بفرض تطبيق هذه القاعدة في مشكلة التدنية فان الامر
لا يختلف عن حسابه في مشكلة التعظيم ، مع استبدال [ت] محل [ع] . أى أننا
نقوم بضرب العمود [ت] في عمود كل متغير من المتغيرات ونطرح حصيلة الضرب من
[ت] الخاصة بالمتغير في قمة العمود الخاص به . فبالنسبة للمتغير س_١ تكون هذه
العمليات كالآتى :

$$ت_١ - س_١ = ٣ - [(١ \times ١٠٠) + (٤ \times ١٠٠) + (صفر)] = - ٤٩٢$$

وبتطبيق القاعدة الأولى على جدول الحل الاساسى الأول نجد أن عمود س_١ هو عمود
البؤرة حيث تقع فيه أصغر قيمة جبرية سالبة لصف المؤشرات . ونصبح الآن في حاجة
الى تحديد المقدار أو القيمة التى يضاف بها س_١ لمتغيرات الحل الاساسى . ويتم ذلك
عن طريق تحديد النسب الموجبة واختيار أصغرها طبقاً لنفس القاعدة الثانية لمشكلة
التعظيم السابق ذكرها ، لأنها لا تختلف عما هى عليه في مشكلة التدنية . وفيما عدا
القاعدة الأولى ، فان باقى الاجراءات اللازمة للانتقال من حل أساسى الى آخر تظل
كما هى .

وبتطبيق القاعدة الثانية على الحل الاساسى الاول نجد أن صف هـ_١ هو صف
البؤرة ، وأن معامل س_١ مع هـ_١ هو عنصر البؤرة ، ويقسمه هذا الصف على (٤) وهى
عنصر البؤرة واستبدال هـ_١ بالمتغير س_١ نحصل على صف س_١ الجديد في جدول الحل

الاساسى الثانى • ولاستبعاد الرقم (١) الذى يمثل معامل س_١ مع ه_١ وتحويله الى الصف ضرب صف س_١ الجديد فى (- ١) (أو صف البؤرة فى الجدول الأول $\times -\frac{1}{2}$) ونضيفه للصف الأول • أما الصف الثالث فيظل كما هو لكن معامل س_١ فيه هو مساوى للصف بطبيعته •

وتطبيق نفس القواعد والاجراءات السابق ذكرها على الجدول الثانى والثالث نصل الى الحل الأمثل للمشكلة فى الجدول الرابع ، والذى فيه قيم صف المؤشرات كلها صفيرية أو موجبة (تذكر أن الحل الأمثل لمشكلة التعظيم كان يتحقق عندما تتحول قيم صف المؤشرات الى قيم صفيرية أو قيم سالبة • ومشكلتنا هنا هى مشكلة تدنيصة ولذلك فالاشارات عكسية) • ويصبح من اللازم علينا توضيح دلالة صف المؤشرات فى الحل الأمثل فى هذه الحالة أسوة بالحالة السابقة •

٤-٣- دلالة القيم الظاهرة فى صف المؤشرات :

يظهر العمود [ب] أدنى تكلفة ممكنة فى صف المؤشرات ، وهى فى المشكلة تحت البحث ٤٥٠ جنيه ، كما يتضح من جدول الحل الاساسى الرابع أما القيم الباقية فى الصف فتتقسم الى أربعة أقسام تختلف فى دلالتها عن بعضها البعض • وينطوى القسم الأول على المتغيرات الأصلية ، وهى فى مثالنا الجارى س_١ ، س_٢ ، س_٣ ، ويشمل القسم الثانى المتغيرات الزائدة وهى س_٤ وس_٥ ، ويشمل القسم الثالث على المتغيرات العاطلة ، وهى فى مثالنا الجارى تتحل فى س_٦ ، ثم يشمل القسم الرابع على المتغيرات الوهمية ، وهى فى مثالنا الجارى ه_١ وه_٢ •

وتمثل القيم [ج] الظاهرة فى صف المؤشرات تحت القسم الأول الزيادة فى التكلفة التى تترتب على اضافة وحدة واحدة من المتغير فى قمة العمود الى متغيرات الحل الاساسى واجراء التعديلات اللازمة طبقا لمعاملات الاحلال فى جدول الحل الأمثل • فاضافة وحدة من س_١ مثلا تقتضى مجرد استبعاد وحدة من س_١ لأن س_١ موجود فعلا فى الحل الاساسى الأمثل ، ويكون صافى التكلفة المضافة على هذا الاحلال مساويا للصفر • كذلك الأمر بالنسبة للمتغير س_٢ الذى يقع فى المتغيرات الاساسية • أما المتغير س_٣ فهو خارج التشكيلة الحالية ، واطافة وحدة منه تستدعى الآتى :

توفير $\frac{3}{4}$ وحدة من س_٣ تبلغ قيمتها $\frac{3}{4} \times 2 = 3$ (٣) جنيه
استخدام $\frac{1}{4}$ وحدة اضافية من س_٣ تبلغ قيمتها $\frac{1}{4} \times 3 = 1$ جنيه
استخدام وحدة من س_٣ تبلغ تكلفتها $1 \times 2 = 2$ جنيه
الزيادة في التكاليف الناتجة عن هذا الاحلال ١ جنيه

وتظهر القيمة (١) في صف المؤشرات تحت س_٣ في جدول الحل الأمثل . لاحظ أن استخدام وحدة من س_٣ سوف يؤدي أيضا الى استخدام وحدتين من س_٥ ، غير أن س_٥ ، يزيد عن الاحتياجات الضرورية بمقدار ٨٠ وحدة ولذلك فقيمه تساوى الصفر .

وتمثل القيم [١] - في الظاهرة في صف المؤشرات تحت المتغيرات الزائدة التكاليف المحتسبة للوحدة من هذه المتغيرات . بمعنى أن توفير استخدام هذا المتغير بمقدار وحدة واحدة سوف يؤدي الى نقص التكاليف بالقيمة الموضحة مع إجراء التعديلات اللازمة في الحل الأساسي طبقا لمعاملات الاحلال . فتوفير وحدة من س_٥ ، أى خفض احتياجات الكثافة بمقدار وحدة واحدة لتصبح ١٩٩ بدلا من ٢٠٠ سوف يؤدي الى توفير ٣ جنيه من التكاليف بتوفير وحدة من العنصر الأول س_١ ، التي تبلغ تكلفتها ٣ جنيه . أو بمعنى آخر فإن وحدة الكثافة المستخدمة تقيم بمبلغ ٣ جنيه لتكون التكلفة المترتبة على استيفاء احتياجات الكثافة $3 \times 200 = 600$ جنيه . أما س_٥ الذي يمثل المادة الفعالة الأولى ، فهناك فائض في تشكيلة العناصر المستخدمة من هذه المادة بما يزيد عن الحد الأدنى المطلوب بمقدار ٨٠ ملجم . ولذلك فقيمة هذه الوفورات الزائدة يساوى الصفر .

وتمثل القيم [٢] - في الظاهرة في صف المؤشرات تحت المتغيرات العاطلة أسعار الظل المحتسبة لوحدة المورد المتاحة من كل من هذه المتغيرات ، كما سبق أن ذكرنا في مشكلة التعظيم . بمعنى أن إضافة وحدة واحدة الى طاقة هذا المتغير سوف تؤدي الى زيادة الارباح (أو نقص التكاليف) بمقدار القيمة الظاهرة في صف المؤشرات تحت هذا المتغير . فإضافة وحدة من س_٣ سوف تؤدي الى توفير نصف وحدة من س_١ واستخدام نصف وحدة اضافية من س_٣ ، أى توفير $(\frac{1}{2} \times 3)$ جنيه من التكاليف الخاصة بالمتغير س_٣ وزيادة تكاليف المستخدم من س_٣ بمقدار $(\frac{1}{2} \times 2)$ جنيه

لتحقق وفورات صافية قدرها $\frac{1}{2}$ جنيه . وحيث أن المتاح من س_٧ كان ٣٠٠ وحدة أدى كل منها الى توفير $\frac{1}{2}$ جنيه فإن جملة الوفورات تبلغ ١٥٠ جنيه . فإذا استبعدنا هذه الوفورات من جملة تكاليف استيفاء احتياجات الكثافة (أى ٦٠٠ جنيه - ١٥٠ جنيه) لتوصلنا الى تكلفة تشكيلة العناصر المثالية وهى ٤٥٠ جنيه .

وتمثل القيم (ت - ي) الظاهرة فى صف المؤشرات تحت المتغيرات الوهمية الزيادة فى التكاليف التى تترتب على تحول وحدة من كل من هذه المتغيرات الى وحدة حقيقية وتم اضافتها الى تشكيلة المتغيرات الأساسية . فلو تحققت وحدة واحدة من ه_١ مثلا لتصبح وحدة حقيقية وتم استخدامها لاستيفاء احتياجات الكثافة فانها سوف تكلف ١٠٠ جنيه وتوفر وحدة من س_١ تبلغ تكلفتها ٣ جنيه ليكون صافي الزيادة فى التكاليف ٩٧ جنيه نتيجة لهذا الاحلال .

٥ - الخلاصة :

استعرضنا فى هذا الفصل قواعد واجراءات طريقة السمبلكس ، أى الطريقة المنتظمة لحل مشاكل البرمجة الخطية فى حالتها التقصية والتدنية . ووجدنا أن الطريقة وان كانت تستند الى مبادئ ومفاهيم رياضية متعمقة ، فهى تتبع نهج الاستبعاد الكامل لجاوس وجوردن . وهى بذلك تعتبر طريقة مرحلية ، أى تؤدى الى التوصل للحل الأمثل على مراحل يتم فى كل منها ادخال متغير واحد للحل الاساسى حتى نصل الى الحل الأساسى الأمثل . كما ان الطريقة تبدأ من نقطة الصفر فى حالة التقصية ، ومن نقطة تكون فيها التكاليف أعلى ما يمكن فى حالة التدنية . ويتم ذلك عن طريق اتخاذ المتغيرات العاطلة لقيم القيود فى التقصية ، واتخاذ المتغيرات الوهمية والعاطلة لقيم القيود فى التدنية . وبذلك يكون الحل الأساسى الاول دائما مكونا من متغيرات بخلاف المتغيرات الأصلية للمشكلة . ثم يتم تقديم المتغيرات الأخرى (غير الأساسية) بالاهتمام بصف المؤشرات الذى منه يتحدد المتغير الواجب اضافته فى الخطوة التالية . ويطلق على العمود الذى يقع فيه هذا المتغير عمود البؤرة ، ويتحدد المتغير الذى يستبعد من الحل الأساسى بذلك الذى يقع فى الصف الذى تكون نسبة العمود (ب) الى معاملات عمود البؤرة اصغر ما يمكن . ووجدنا اننا ننقل من حل أساسى الى آخر بعد ذلك باتباع طريقة الاستبعاد الكامل لجاوس وجوردن .

هذا وقد ركزنا بصفة خاصة على دلالة قيم صف المؤشرات وعلاقتها بمعاملات الاحلال في حالتى التقصية والتدنية ، ذلك لما لها من أهمية خاصة في تفسير نتائج حل المشكلة بنموذج البرمجة الخطية، وذلك كما سوف يتضح في الفصل التالى .

أسئلة وتمارين الفصل

أولا : الأسئلة :

السؤال الأول :

- ١- برر فيما لايزيد عن ثلاثة سطور لكل عبارة ، خطأ أو صواب كل من العبارات التالية :
أ- حتى يمكن تطبيق نهج الاستبعاد الكامل فيلزم أن يتساوى عدد القيود فى مشكلة البرمجة الخطية مع عدد المتغيرات فيها .
- ٢- يحدد عنصر البؤرة المتغير الأساسى المطلوب استبعاده وإضافة متغير غير أساسى بدلا له .
- ٣- يتحول عنصر البؤرة الى الوحدة فى الصف الذى يحل محل صف البؤرة فى الجدول الجديد لأن معامل احلال المتغير المستبعد من الحل الأساسى مع المتغير المضاف الى الحل الأساسى الجديد يلزم أن يكون الوحدة .
- ٤- المتغير العاقل هو ذلك الذى يشير الى وجود طاقة عاطلة فى مورد معين .
- ٥- عادة ما يكون صف المؤشرات فى الحل الأساسى الأول مطابقا لدالة الهدف فى مشكلتى التقصية والتدنية .
- ٦- يعنى وجود رقم موجب فى صف المؤشرات فى حالة التقصية وجود أرباح يمكن اضافتها بإضافة المتغير الذى يقيم على قمة العمود الظاهر فيه هذا الرقم، بينما وجود رقم سالب يعنى ضرورة تحقق خسائر بإضافة المتغير على قمة العمود .
- ٧- لا يعتمد بحساب النسب السالبة بعدد تحديد صف المؤشرات لأن ذلك يعنى وجود متغيرات سالبة، ومن ثم الخروج على شرط عدم السالبية .
- ٨- لا تختلف دلالة قيم صف المؤشرات بين المتغيرات الأصلية والمتغيرات العاطلة .
- ٩- إذا زاد عدد متغيرات المشكلة من عدد قيودها الموضوعية فيكون عدد المتغيرات الأصلية فى الحل الأمثل مساويا دائما لعدد القيود الموضوعية .

- ١٠- المتغيرات الزائدة هي تلك التى تمتص الطاقة العاطلة من قيم القيود فيما زاد على احتياجات المتغيرات الأصلية .
- ١١- المتغيرات الوهمية هي تلك التى تمكن الوفاء باحتياجات المتغيرات الأساسية من قيم القيود دون الخروج على شرط عدم السالبة .
- ١٢- لا تختلف قواعد السبيلكس فى التدنية عنها فى التفهية .
- ١٣- توضح القيم الظاهرة فى صف المؤشرات فى جدول الحل الأمثل فى أمثلة هذه المتغيرات الوهمية ، التكاليف المضافة التى تنترتب على احلال وحدة من هذه المتغيرات محل وحدة من المتغيرات الأصلية .
- ١٤- يمكن للحل الأساسى الأمثل أن يحتوى على متغيرات وهمية ، غير أنه يشترط لذلك أن تكون قيمتها صفرية .
- ١٥- تمثل اسعار الظل المحتسبة للموارد القادرة القيمة الاقتصادية للوحدة من هذه الموارد فى أسواق التنافس التام .

السؤال الثانى:

أكتب مذكرات مختصرة فى تفسير كل من :

- ١- رقم موجب فى صف المؤشرات فى عمود متغير أصلى .
- ٢- رقم سالب فى صف المؤشرات فى عمود متغير عاطل .
- ٣- رقم موجب فى صف المؤشرات فى عمود متغير وهمى .
- ٤- رقم سالب فى صف المؤشرات فى عمود متغير وهمى .
- ٥- معامل احلال سالب بين متغير أصلى فى الحل الأساسى ومتغير عاطل .
- ٦- معامل احلال سالب بين متغير زائد فى الحل الأساسى ومتغير أصلى .
- ٧- معامل احلال سالب بين متغير زائد فى الحل الأساسى ومتغير وهمى .
- ٨- معامل احلال موجب بين متغير أصلى فى الحل الأساسى ومتغير عاطل .
- ٩- معامل احلال سالب بين متغير عاطل فى الحل الأساسى ومتغير أصلى .
- ١٠- معامل احلال موجب بين متغير زائد فى الحل الأساسى ومتغير وهمى .
- ١١- الحكمة فى اختيار أقل النسب الموجبة بهدف تحديد صف البؤرة .
- ١٢- الحكمة فى افتراض تكاليف مرشعة جدا للمتغيرات الوهمية .

ثانياً : التعارين :

التعريف الأول :

في كل ما يأتي قم بحل النموذج للمتغيرات الثلاثة الأولى بنهج الاستبعاد الكامل .

$$١ - \frac{1}{2}س١ + \frac{1}{2}س٢ + ٣س٣ = ٤$$

$$٣٢ = ٣س١ + ٤س٢ + ٥س٣$$

$$١٦ = ٣س١ - ٤س٢ - ٥س٣$$

$$٢ - ٢س١ - س٢ + ٣س٣ + ٤س٤ = ١٤$$

$$٥ = س١ + ٢س٢ + ٣س٣ + ٤س٤$$

$$١٠ = س١ + ٣س٢ + ٤س٤$$

$$٣ - ٢س١ + \frac{1}{2}س٢ + س٣ - س٤ = ٢٠$$

$$٤٠ = ٣س١ + ٢س٢ - ٣س٣ - س٤$$

$$١٢ = س١ - س٢ + س٣ + س٤$$

التعريف الثاني :

أوجد الحل الأمثل بطريقة السبيلكس لكل من المشاكل التالية :

$$١ - ع = ١٠س١ + ٢س٢$$

$$٤٥٠ \geq ٨س١ + س٢$$

$$٤٢٤ \geq ٢س٢ + س١$$

$$٢ - ع = ٦س١ + ١٠س٢$$

$$١٥٢ \leq ٣س١ + س٢$$

$$٣٩٦ \leq ١٢س١ + ٢س٢$$

$$\begin{aligned} ٣- \text{ع} &= ١س٣ + ٢س٢ + ٣س١\frac{١}{٢} + ٤س٥ \\ \text{فى ظل :} & ١س٢\frac{١}{٢} + ٢س٣\frac{١}{٢} + ٣س٤ + ٤س٨ \geq ١٨٥ \\ & ١س٣ + ٢س١\frac{١}{٢} + ٣س٢\frac{١}{٢} + ٤س٢ \geq ٣٢٠ \\ & ١س\frac{١}{٢} + ٢س + ٣س٣\frac{١}{٢} + ٤س٤ \geq ١٠٥ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ٤- \text{ت} &= ١س١٠ + ٢س٨ + ٣س٦ + ٤س١٢ \\ \text{فى ظل :} & ١س٤ + ٢س٢ + ٣س٢ + ٤س٦ \leq ٧٠ \\ & ١س + ٢س + ٣س + ٤س \leq ٣٠ \\ & ١س + ٢س\frac{١}{٢} + ٣س\frac{١}{٢} + ٤س\frac{١}{٢} \geq ٦٠ \end{aligned}$$

التمرين الثالث :

تقوم ورشة ادكولبنا* زوارق الصيد ببنا* نوعين مخطيين من زوارق الصيد الحجم المتوسط والحجم الصغير . وهى تقوم ببيع انتاجها خلال فصلى الربيع والصيف فى فصل الخريف والشتا* محققة أرباح مباشرة على النوع المتوسط تبلغ ١٠ جنيه وعلى الصغير تبلغ ٩ جنيه ، بينما تباع انتاجها خلال فصلى الخريف والشتا* فى فصلى الربيع والصيف مقابل أرباح مباشرة قدرها ٢٠ جنيه للزورق المتوسط و ١٢ جنيه للزورق الصغير . ويستغرق انتاج الزورق المتوسط ١٠ ساعات فى ورشة النجارة وستة ساعات فى التشطيب بينما يستغرق الزورق الصغير ١٢ ساعة فى ورشة النجارة وساعتين فى التشطيب . وتبلغ طاقة ورشة النجارة للسته شهور ٦٠٠٠ ساعة عمل ، بينما تبلغ طاقة ورشة التشطيب ٧٥٠٠ ساعة فى الستة شهور . وتستورد الاخشاب اللازمة لبنا* هذه الزوارق من الخارج بمواصفات معينة . ويحدد حجم الواردات الحد الأقصى لعدد الزوارق التى يمكن بناؤها بما لا يزيد عن ١٥٠٠ وحدة من كل نوع . والمطلوب : تحديد برنامج انتاج وتصريف الزوارق الأمل الذى يحقق أقصى حصيله من الأرباح المباشرة .

التعريف الرابع :

يقوم البن البرازيلي بمزج ثلاث رتب من البن الخام للحصول على ثلاث أنواع من البن المطحون هي النوع الممتاز ، والنوع الناعم ، والنوع العادي . ويختلف المزيج المطلوب لكل نوع من أنواع البن الثلاثة من الرتب الثلاثة . فالبن العادي يتطلب أن يحتوى المزيج على ٣٥% من الرتبة الأولى ، ٢٠% من الرتبة الثانية ، ٤٥% من الرتبة الثالثة . بينما البن الناعم يتطلب أن ينطوى المزيج على ٣٠% من الرتبة الأولى ، ٣٠% من الرتبة الثانية ، ٤٠% من الرتبة الثالثة ، أما البن الممتاز فينطوى المزيج على ٢٥% من الرتبة الأولى ، ٤٠% من الرتبة الثانية ، ٣٥% من الرتبة الثالثة . وتبلغ تكلفة كيلو البن الخام من الرتبة الأولى ٩٠ قرشا . بينما تبلغ تكلفة الكيلو من الرتبة الثانية ٨٠ قرشا وتبلغ تكلفة الكيلو من الرتبة الثالثة ٦٠ قرشا . وترغب الإدارة في الانتاج ببطاقتها الاسبوعية والتي تبلغ ٦٥ طن من البن الخام . ذلك لأنها مرتبطة بعقود توريد كميات من أنواع البن الثلاثة تبلغ ٢٥ طن من البن العادي ، ٢٠ طن من البن الناعم ، ١٢ طن من البن الممتاز .

فما هي خلطة المزيج الذى يوفى بهذه المتطلبات بأقل تكاليف ممكنة . قم بتفسير القيم الظاهرة في جدول الحل الأمثل ، وخاصة علاقة صف المؤشرات بمعاملات الاحلال .

التعريف الخامس :

تقوم جمعية رعاية المكوفين باستثمار أموالها في سندات ادخار البنك الأهلى وسندات التنمية وسندات القرض الوطنى . وفيما يلى بيان عن الفوائد السائدة لهذه الأنواع من السندات .

سندات البنك الأهلى	سندات التنمية	سندات القرض الوطنى
مجموعة أ مجموعة ب	اصدار أول اصدار ثانى	اصدار أول اصدار ثانى
العائد ١٢% ١٠%	١٤% ١٦%	٢٠% ١٨%

وحيث تتميز سندات البنك الأهلى بسهولة استرداد قيمتها ، فان سياسة الجمعية تقتضى أن لا تقل الاستثمارات فيها عن ٤٠% من الموارد المتاحة ، كما تقتضى السياسة

بعدد جواز الاستثمار في نوع معين من السندات بخلاف سندات البنك الأهلي بما يزيد عن ١٥ ٪ من الموارد المتاحة . أما سندات البنك الأهلي فيجوز أن يرغم هذا الحد الى ٢٥ ٪ بالنسبة للمجموعة الواحدة .
المطلوب : تحديد برنامج استثمار الجمعية الذي يدر عليها أكبر عائد ممكن في ظل هذه الشروط .

التمرين السادس :

تقوم شركة الدلتا الصناعية (ايديال) بانتاج ثلاثة أحجام من الثلاثجات الكهربائية ، ١٢ قدم ، ٨ قدم ، ٦ قدم على التوالي ، وتم جميعا على ثلاثة مراكز انتاجية حيث يتم في الأول تجميع هيكل الثلاثجة ماعدا المحرك وجهاز التبريد ، ويتم في الثاني تركيب المحرك وجهاز التبريد واجرا الاختبارات اللازمة ، ويتم في الثالث اجراء التشطيبات النهائية . ويتم انتاج الثلاثجة ٦ قدم و ١٢ قدم للسوق المحلي بينما يتم انتاج الثلاثجة ٨ قدم للسوق المحلي وللتصدير معا . وتطلب وزارة الصناعة أن يقل سعر التصدير عن سعر السوق المحلي بمقدار ١٥ جنيه للوحدة مقابل حصول الشركة على اعانة تصدير تبلغ ١٠ جنيه للثلاثجة . وتحصل الشركة على جميع الأجزاء اللازمة لتصنيع الثلاثجات الثلاثة فيط عدا المحرك من مصانع شركة الحديد والصلب المصرية .
وتشترط شركة الحديد والصلب أن لا تزيد طلبات شركة ايديال خلال الفترة التكاليفية الواحدة (٤ أسابيع) عن ما يكم انتاج اما ٣٠٠٠ ثلاثجة ٦ قدم أو ٢٥٠٠ ثلاثجة ٨ قدم أو ٢٠٠٠ ثلاثجة ١٢ قدم أو أى تشكيلة من أجزاء الثلاثجات الثلاثة لا تزيد عما يعادل ٣٠٠٠ ثلاثجة ٦ قدم . كما لا تسمح موارد الشركة من النقد الأجنبي باستيراد أجزاء بخلاف المحرك من الخارج . وتحدد التعليمات أن لا يزيد عدد المحركات المستوردة للثلاثجة ١٢ قدم عن ٤٥٠ محرك في الفترة التكاليفية ، بينما لا توجد قيود على محركات النوعين الآخرين . ومن فحص قوائم الأسعار والتكاليف عن عدد من الفترات التكاليفية السابقة وجد أن الأسعار والتكاليف التي ينتظر أن تسود في العام المقبل كالآتي :

الثلاثجة	٦ قدم	٨ قدم	١٢ قدم
التكلفة المتغيرة للوحدة بما فيها المحرك	٨٠ جنيه	١٠٠ جنيه	١٤٠ جنيه
سعر البيع في السوق المحلي	١٢٠	١٦٠	٢٤٠

كما نبين من فحص سجلات الطاقة للمراكز الثلاثة ما يلي :

طاقة المركز من	٦ قدم	أو ٨ قدم	أو ١٢ قدم
المركز الأول	٢٥٠٠	٢٠٠٠	١٥٠٠
الـ ٢ الثانى	٣٠٠٠	٢٠٠٠	١٨٠٠
الـ ٣ الثالث	٢١٠٠	١٨٠٠	١٥٠٠

كما تبين من فحص سجلات المبيعات أن الشركة لا تستطيع أن تبيع ما يزيد عن ٦٦٠ شلاجة ٨ قدم فى السوق المحلى فى الفترة التكاليفية . كما أن الشركة لا تنتج للتخزين .

المطلوب :

- ١- ما هو برنامج الانتاج الأمثل الذى يحقق أقصى حصيله من الأرباح المباشرة فى الفترة التكاليفية .
- ٢- بفرض أن الطلب الخارجى على الشلاجة ٨ قدم لا يزيد عن ٤٠٠ وحدة فى الفترة التكاليفية ؟ فما هو أثر ذلك على برنامج الانتاج والأرباح .
- ٣- ما هو سعر البيم الذى يؤدى الى استواء انتاج الشلاجة ٦ قدم أو عدم انتاجها ؟
- ٤- فى ظل المطلوب الثانى ، وبفرض زيادة طاقة مركز الانتاج الثالث بما يعادل ٣٠٠ وحدة من الشلاجة ٦ قدم ، فما هى تشكيلة الانتاج المثالية ؟
- ٥- قم بتوضيح دلالة صف المؤشرات معاملات الاحلال فى جدول الحل الأمثل فى المطلوبين الأول والرابع .

الفصل الثالث

البرمجة الخطية (تابع)

تداخل نشاط وإنتاجية وتحليل وحساسية

١- مقدمة :

تناولنا في الفصلين السابقين أركان نموذج البرمجة الخطية ، ووضحنا قواعد وأجرائها وطريقة السمبلكس في نموذج البرمجة الخطية والتدنية ، غير أن المشاكل التي أوردناها في مجالات التطبيق كانت تعد من المشاكل النمطية ، وإن كنا قد لجأنا في أحداها إلى المتغيرات الوهمية ، وكان ذلك في سبيل تنميط المشاكل ليس إلا . ويتواجد في الحياة العملية ، عدد من المشاكل التي يمكن حلها بالبرمجة الخطية ولكنها لا تتخذ الشكل النمطي لمشكلة البرمجة بطبيعتها ، أو تعد حالة خاصة من حالات التطبيق . ولعل أبرز مثالين على ذلك هما حالة تداخل النشاط وحالة طريقة النقل ، والتي سوف نغرد لها فصلاً مستقلاً فيما بعد . أما حالة تداخل النشاط فسوف نتناولها في هذا الفصل . بالإضافة إلى ذلك فسوف نتناول في هذا الفصل النموذج الثنائي بالتحليل والتفصيل ونتناول تفسير نتائجه ، كما نتناول تحليل مشكلة البرمجة وإمكانات التغلب عليه . وننهي الفصل بفكرة مبسطة عن إجراءات تحليل حساسية أركان نموذج البرمجة للتغيرات التي قد تطرأ على معاملات وقيم متغيراته .

٢- حالة تداخل النشاط :

افترضنا فيما تقدم أن متغيرات المشكلة موضوع تطبيق البرمجة الخطية لا تعتمد على بعضها البعض ، وإن كانت تشترك في نفس الموارد المتاحة ، أو تتطوى عليها نفس العناصر المتاحة . غير أن حالة تداخل النشاط تعتبر من الحالات السائدة في الحياة العملية ، سواء على مستوى المنشأة أو الوحدة الاقتصادية ، أو على مستوى القطاع أو على المستوى القومي . ولو توافقنا في هذا التداخل أو الاعتماد شريطة الخطية والتجانس ، فإنه يمكن تطبيق البرمجة الخطية على المشاكل التي

تنطوي عليه •

وقد يكون تداخل النشاط أو اعتماد المتغيرات على بعضها البعض في اتجاه واحد كما قد يكون التداخل متبادلاً في اتجاهات متضادة • وعادة ما تكون الحالة الأولى أكثر شيوعاً على مستوى الوحدة الاقتصادية العاملة ، كما تكون الحالة الثانية أكثر شيوعاً على مستوى القطاع وعلى المستوى القومي • ونتناول هتين الحالتين في البنود الفرعية التالية :

٢-١- حالة التداخل في اتجاه واحد :

تكون حالة تداخل النشاط في اتجاه واحد إذا استخدمت بعض المنتجات في إنتاج منتجات أخرى ، دون استخدام هذه المنتجات الأخرى في إنتاج الأولى فالقطن يستخدم في إنتاج الغزل مثلاً ولا يستخدم الغزل في إنتاج القطن ، بينما القمح يستخدم في إنتاج القمح كبذور كما يستخدم في إنتاج الدقيق ولا يستخدم الدقيق في إنتاج القمح •

ولنفرض مثلاً أن إحدى الشركات تقوم بإنتاج ثلاثة منتجات هي س_١ ، س_٢ ، س_٣ • ولنفرض أنه يلزم لإنتاج وحدة من س_٢ استخدام وحدتين من س_١ ، كما يلزم لإنتاج س_٣ استخدام وحدة س_١ ونصف وحدة من س_٢ • ويمكن التعبير عن هذا التداخل البسيط في اتجاه واحد بصفوفة الكميات التالية :

المستخدم من	س _١	س _٢	س _٣
في إنتاج س _١	٠	٠	٠
س _٢	٢	٠	٠
س _٣	١	½	٠

مصفوفة الكميات [ك]

ولنفرض أيضاً أن المنتجات الثلاثة يتم إنتاجها باستخدام خمسة موارد إنتاجية ثابتة المقدار والقدرة في الفترة التكاليفية • ولنفرض أن علاقتا لمنتجات بالموارد والمقادير المتاحة من الموارد كانت كما هو موضح في مصفوفة معاملات الاستخدام المباشرة التالية

مصفوفة معاملات الاستخدام المباشرة [أ]

المنتج	س ١	س ٢	س ٣	الكمية المتاحة من المورد [ب]
المورد الأول	١	٠	٠	٥٢٠٠ ساعة / آلة
الثاني	٠	١	٠	٦٤٠٠ ساعة / آلة
الثالث	٠	٠	١	٤٢٠٠ ساعة / آلة
الرابع	١	١	٠	٧٢٠٠ ساعة / عامل
الخامس	١	١	٢	٥٤٠٠ ساعة / عامل

ونفترض أيضا أن كل من المنتجات الثلاثة يمكن بيعه في السوق بسعر يزيد عن تكلفته المتغيرة ، وتنطوي التكلفة المتغيرة لأي منتج في هذه الحالة على التكلفة المتغيرة للمنتجات الأخرى المستخدمة في إنتاجه . فلو فرضنا مثلا أن التكلفة المتغيرة للوحدة من س ١ من مواد وأجور ومصاريف صناعية متغيرة تبلغ ١٠ جنيه ، فإن التكلفة المتغيرة للوحدة من س ٢ يجب أن تشتمل على تكلفة وحدتين من س ١ ضمن تكلفة المواد المتغيرة الخاصة بها . فإذا كانت التكلفة المتغيرة للوحدة من س ٢ بخلاف احتياجاتها من س ١ تبلغ ١٢ جنيه ، فإن تكلفتها المتغيرة من وجهة نظرنا تصبح ٣٢ جنيه . وسوف نفترض تأسيسا على ذلك أن الربح المباشر ، أي فائض سعر البيع عن التكلفة المتغيرة للمدخلات للوحدة من كل من المنتجات الثلاثة كان كالآتي : ٥ جنيه للوحدة من س ١ ، ٨ جنيه للوحدة من س ٢ ، ١٠ جنيه للوحدة من س ٣ .

وإذا فرضنا أن علاقات التداخل كما تظهر في مصفوفة الكميات خطية ، فإنه يصبح من الممكن تطبيق البرمجة الخطية لإيجاد تشكيلة الإنتاج المثالية . إلا أن ذلك يقتضى ضرورة تحضير البيانات اللازمة بحيث يتحقق الربط بين مصفوفة الكميات ومصفوفة معاملات استخدام الموارد النادرة المتاحة لإنتاج المنتجات . ويتم ذلك عن طريق إيجاد مصفوفة الاحتياجات الكلية بين المنتجات ثم إيجاد مصفوفة معاملات الاستخدام الكلية .

٢-٢- مصفوفة الكميات الكلية ومصفوفة الاستخدام الكلية :

توضح مصفوفة الكميات الكلية إجمالى عدد الوحدات اللازمة من منتج معين فى

انتاج وحدة واحدة من كل من المنتجات الأخرى، سواء كان ذلك بطريق مباشر أو بطريق غير مباشر. فالوحدة من س_٣ مثلاً تحتاج لوحدة من س_١ بطريق مباشر، غير أنها بالإضافة إلى ذلك تحتاج إلى ½ وحدة من س_٢ والتي تحتاج الوحدة منها بدورها إلى ٢ وحدة من س_١، بما يؤدي إلى أن س_٣ تحتاج إلى $\frac{1}{2} \times 2 = 1$ وحدة إضافية من س_١ بطريق غير مباشر (أي عن طريق س_٢) فهي إذن تحتاج إلى وحدة من س_١ احتياجاً مباشراً وإلى وحدة من س_١ احتياجاً غير مباشراً لتكون احتياجاتها الكلية من س_١ وحدتين.

ويتم إيجاد مصفوفة الكميات الكلية بإيجاد مصفوفة الاحتياجات المباشرة ثم إيجاد مقلوبها. فإذا رمزنا لمصفوفة الاحتياجات المباشرة بالرمز (ج) ولمصفوفة الوحدة بالرمز (١) فإن $(ج) = (١) - (ك)$. وتكون مصفوفة الكميات الكلية هي $(ج)^{-1}$.

وتكون مصفوفة الاحتياجات المباشرة لمثالنا الجارى كالآتى :

$$(ج) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 1 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \\ 0 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

ويتم إيجاد مقلوب [ج] أى [ج]⁻¹ باستخدام نهج الاستبعاد الكامل السابق شرحه كالآتى :

١- نضع (ج) بجوار مصفوفة وحدة من نفس الرتبة كما يلى :

$$\begin{array}{c|c} (١) & (ج) \\ \hline \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 1 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \end{array} \begin{array}{l} \text{الصف : (١)} \\ \text{(٢)} \\ \text{(٣)} \end{array}$$

٢- نقوم بتحويل (ج) إلى مصفوفة وحدة (١) بمن طريق عمليات الصفوف السابق توضيحها فى طريقة الاستبعاد الكامل، على أن يتم اجراؤها نفس العمليات على مصفوفة الوحدة المجاورة. فالصف الأول لا يحتاج إلى تعديل. أما الصف الثانى فيتطلب تحويل العنصر (٢-) فى العمود الأول إلى الصفر، ويتم ذلك بضرب الصف الأول فى

(٢) واضافته جبريا للصف الثانى • ويتطلب الصف الثالث استبعاد العنصر (١ -) فى العمود الأول والعنصر (١/٢ -) فى العمود الثانى • ويتم استبعاد العنصر الأول باضافة الصف الأول الى الصف الثالث ، كما يتم استبعاد (١/٢ -) بضرب الصف الثانى الجديد

فى (١/٢ -) واضافته جبريا للصف الثالث •
ويكون ناتج هذه العمليات كالآتى :

$$\begin{array}{l} \text{الصف (١)} \\ \text{الصف (٢)} \\ \text{الصف (٣)} \end{array} \left[\begin{array}{ccc|ccc} ٠ & ٠ & ١ & ٠ & ٠ & ١ \\ ٠ & ١ & ٢ & ٠ & ١ & ٠ \\ ١ & ١/٢ & ٢ & ١ & ٠ & ٠ \\ \hline & & & & & \end{array} \right] \begin{array}{l} \text{كما هو (١)} \\ \text{الصف (١)} \times ٢ + \text{الصف (٢)} \\ \text{الصف (١)} + \text{الصف (٢)} \times ١/٢ + \text{الصف (٣)} \end{array}$$

$$\left[\begin{array}{ccc|ccc} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ \hline & & & & & \end{array} \right] \begin{array}{l} \text{[ج] - ١} \\ \text{[I]} \end{array}$$

٣- يكون ناتج ما تقدم أن تقع [ا] مكان [ج] ويحل [ج] - ١ محل [ا] فى الجوار •

ويلاحظ فى [ج] - ١ أن كل عمود من الاعمدة يوضح استخدامات المنتج فى نفسه وفى المنتجات الأخرى بصورة مباشرة وبصورة غير مباشرة • فالمنتج الأول س_١ فى العمود الأول يلزم انتاج وحدة من س_١ ليكون لدينا وحدة من س_١ ، كما يلزم وحدتين من س_١ لانتاج وحدة من س_٢ ، كما يلزم وحدتين من س_١ لانتاج وحدة من س_٣ •

٤- حتى يمكن ايجاد الرابطة بين هذه المصفوفة [ج] - ١ ومصفوفة معاملات الاستخدام المباشرة [أ] لايجاد مصفوفة لاستخدام الكلية من الموارد النادرة [أ]* ، يلزم تحويل أعمدة [ج] - ١ الى صفوف ، أى ايجاد مبدولها [ج] - ١ • ذلك حتى تكون دلالة الاعمدة موحدة فى كل من [ج] - ١ و [أ] • فالعمود فى [أ] يوضح احتياجات المنتج المعين من الموارد المختلفة ، بينما العمود فى [ج] - ١ يوضح احتياجات المنتجات المختلفة من المنتج المعين ، وبتحويل الصفوف الى أعمدة يكون العمود فى (ج) - ١ موضحا احتياجات المنتج من المنتجات المختلفة •

٥- يتم ايجاد مصفوفة لاستخدام الكلية (أ)* من الموارد النادرة عن طريق ضرب

[أ] مسبقا فى [ج] - ١ كالآتى :

$$\text{أى } [أ]^* = [أ] \times [ج] - ١$$

أى :

$$\begin{array}{c}
 \begin{matrix}
 \text{س}^1 & \text{س}^2 & \text{س}^3 \\
 \text{ب}^1 & \begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \\
 \text{ب}^2 & \begin{bmatrix} 1/2 & 1 & 0 \end{bmatrix} \\
 \text{ب}^3 & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\
 \text{ب}^4 & \begin{bmatrix} 2 & 1/2 & 3 & 1 \end{bmatrix} \\
 \text{ب}^5 & \begin{bmatrix} 4 & 2 & 1 \end{bmatrix}
 \end{matrix}
 = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 1/2 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad * (أ)
 \end{array}$$

وبالتعمن فى [أ]* نجد أن كل عنصر فيها يظهر الآثار الكلية لعلاقة كل منتج بكل من المنتجات الأخرى والموارد المتاحة . فالمنتج س^٣ مثلا لا يستخدم المورد الاول بطريق مباشر حيث أن هذا المورد مخصص لانتاج س^١ ، الا أن س^٣ يحتاج لوحدة من س^١ يستغرق انتاجها ساعة من الآلة الاولى ، كما تحتاج الى 1/2 وحدة من س^٣ والتي تحتاج بدورها الى وحدتين من س^١ فتستغرق بطريق غير مباشر ساعة أخرى من هذه الآلة لتوفير الاحتياجات الغير مباشرة لنصف وحدة من س^٣ .

وإذا نظرنا الى المورد الخامس مثلا لنوجدنا أن الوحدة من س^٣ تحتاج احتياجات مباشرة = ١ وحدة × ٢ ساعة = ٢ ساعة
 احتياجات من س^١ = ٢ وحدة × ١ ساعة = ٢ ساعة
 احتياجات من س^٣ = 1/2 وحدة × ٠ ساعة = صفر ساعة

الاحتياجات الكلية للوحدة من س^٣ من
 المورد الخامس = ٤ ساعة

وعلى نفس النمط يمكن تفسير باقى العناصر الظاهرة فى [أ]*

٢-٢- صيغة نموذج البرمجة فى حالة تداخل النشاط :

بعد التوصل الى مصفوفة الاستخدام الكلية يصبح كل صف فيها ممثلا لقيدا على برنامج الانتاج الممكن تحقيقه ، ونعبر عن علاقة المورد الواقع فى الصف بالمنتجات التى التى تقع على قمة الأعمدة . فإذا أضفنا الى هذه القيود الموضوعية كل من دالة الهدف والقيود التلقائية لاتخذ نموذج البرمجة الخلوية لهذه المشكلة الصيغة الآتية:

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & \text{عظم } ع = ١س٥ + ٢س٨ + ٣س١٠ \\
 & \text{في ظل: } ٥٢٠٠ \geq ١س + ٢س٢ + ٣س٢ \\
 & ٦٤٠٠ \geq ٢س + ٣س \frac{1}{2} \\
 (2) \quad & ٤٢٠٠ \geq ٣س \\
 & ٧٢٠٠ \geq ١س + ٢س٣ + ٣س \frac{2}{3} \\
 & ٥٤٠٠ \geq ١س + ٢س٢ + ٣س٤ \\
 (3) \quad & \text{كل من } ١س, ٢س, ٣س \leq \text{صفر}
 \end{aligned}$$

وبإضافة المتغيرات العاطلة ، واتباع قواعد واجراءات طريقة السمبلكس (قواعد التقصية) يظهر الحل كما هو موضح في جدول الحل الأمثل التالي :

جدول الحل الاساسي الأمثل

ع	٥	٨	١٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
ع س*	ب	١س	٢س	٣س	٤س	٥س	٦س	٧س	٨س
٥ س ١	٥٠٠٠	١	٢	٠	٢	٠	٠	٠	١
٥ س ٠	٦٣٥٠	٠	١	٠	١	٠	٠	٠	١
٦ س ٠	٤١٠٠	٠	٠	٠	١	٠	٠	٠	١
٧ س ٠	١٩٥٠	٠	١	٠	١	٠	٠	٠	١
٨ س ٠	١٠٠	٠	٠	١	١	٠	٠	٠	١
المؤشرات	٢٦٠٠٠	٠	٢	٠	٥	٠	٠	٠	٠

ويوضح جدول الحل الأمثل في هذه الحالة تشكيلة الانتاج المثالية للبيع في السوق الخارجى بعد الوفاء بالاحتياجات الداخلية . وبالتالى فحجم الانتاج الفعلى من كل منتج ، والذي يبنى باحتياجات المنتجات الأخرى ومبيعات السوق الخارجى ، أو بمعنى آخر حجم الانتاج الكلى من المنتجات المختلفة ، يتم الحصول عليه بضرب مبدول مصفوفة الكميات الكلية [ج] فى [س*] للمنتجات . وهى فى مثالنا الجارى

كالتالى :

$$\begin{bmatrix} ١ \text{ س} = ٥٢٠٠ \\ ٢ \text{ س} = ٥٠ \\ ٣ \text{ س} = ١٠٠ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ١ \text{ س} = ٥٠٠٠ \\ ٢ \text{ س} = \text{صفر} \\ ٣ \text{ س} = ١٠٠ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} ٢ & ٢ & ١ \\ ١/٢ & ١ & ٠ \\ ١ & ٠ & ٠ \end{bmatrix} \quad \left[\begin{smallmatrix} \wedge \\ \text{ج} \end{smallmatrix} \right] - ١$$

(الطلب الخارجى) = (الانتاج الكلى)

وهذا يعنى أن حجم الانتاج الفعلى من س_١ يبلغ ٥٢٠٠ وحدة ، تم منها استخدام ١٠٠ وحدة فى انتاج ٥٠ وحدة من س_٢ . لزوم انتاج ١٠٠ وحدة من س_٣ ، كما تنبم استخدام ١٠٠ وحدة من س_١ فى انتاج ١٠٠ وحدة من س_٣ مباشرة . أما الـ ٥٠ وحدة التى تم انتاجها من س_٢ فقد استخدمت فى انتاج الـ ١٠٠ وحدة من س_٣ . ويبقى ٥٠٠ وحدة من س_١ و ١٠٠ وحدة من س_٢ للمبيعات الخارجية . ويطلق على الفرق بين الانتاج الكلى من كل منتج والطلب الخارجى عليه اصطلاح الاستخدامات الوسيطة . وهى تقيم لأغراض حساب تكلفه المنتجات المستخدمة لها بتكلفتها المتغيرة وليس بسعر بيعها . كما سبق وذكرنا .

٢-٤- مبررات تقييم الاستخدامات الوسيطة بتكلفتها المتغيرة :

سبق أن لمحنا الى أن المنتجات الوسيطة المستخدمة فى انتاج منتجات أخرى يتم تقييمها فى نموذج تداخل النشاط بتكلفتها المتغيرة وليس بسعر بيعها لأغراض حساب الربح المباشر على الوحدة من المنتجات المستخدمة لها ، ويمكن السبب فى ذلك فى الكيفية التى توصلنا بها للمصفوفة [أ]* والتى منها نستقى معاملات قيود النموذج . فإذا نظرنا لهذه المصفوفة لوجدنا أن الوحدة من س_٣ مثلاً تتحمل بأربع ساعات من المورد الخامس ، بينما احتياجاتها المباشرة من هذا المورد هى ساعتين . ويرجع تحميلها بأربع ساعات بدلاً من ساعتين الى أنها تحتاج لوحدين من س_١ ، والوحدة من س_١ تحتاج الى ساعة من هذا المورد . وبالتالى فقد أصبحت س_٣ فيما يتعلق بعلاقاتها بالموارد النادرة مستقلة عن س_١ باحتياجاتها الكلية فهى تأخذ من المورد الخامس ما يكفى لانتاج احتياجاتها من س_١ وما يكفى لانتاجها بطريق مباشر . ومن ثم فإن الربح المباشر الذى كان يتحقق بوحدين من س_١ أصبح واجب التحقيق

ضمن الربح المباشر للوحدة من س_٣ المستخدمة لهاتين الوحدتين والتي تحملت باحتياجاتها من الموارد .

وكمثال آخر دعنا ننظر الى احتياجات س_٣ من المورد الأول في المصفوفة (أ) * فمن الواضح من المصفوفة (أ) أن س_٣ ليس لها استخدام مباشر من المورد الأول . فهذا المورد مخصص لانتاج س_١ . غير أن س_٣ قد تحملت في (أ) * بساعتين من طاقة هذا المورد . ذلك لأنها تحتاج الى وحدتين من س_١ ، والوحدة من س_١ تحتاج الى ساعة من طاقة هذا المورد ، ومن ثم حملت س_٣ بالساعتين . وبالتالي فيجب أن تنطوي ربحيتها المباشرة على ما كان من الممكن يتحقق بهاتين الساعتين لو تم تخصيصهما لانتاج س_١ للمبيعات الخارجية : أى أنه عند حساب التكلفة المتغيرة للوحدة من س_١ يلزم تقييم الوحدة من س_١ بتكلفتها المتغيرة حتى تتضمن الارباح المباشرة للوحدة من س_٣ بعد حساب تكلفتها المتغيرة على هذا الأساس الارباح المباشرة التي فقدت باستخدامها لوحدتين من س_١ بدلا من بيعهما في السوق . وبالتالي فالارباح المباشرة على الوحدة من س_٣ =

سعر البيع للوحدة ٤٠ جنيه
يخصم تكلفتها المتغيرة :

الخاصة بوحدين من س _١ (١٠ × ٢)	٢٠
الخاصة بالمواد الأخرى والاجور والمصاريف	١٢
جملة التكلفة المتغيرة للوحدة من س _١	٣٢
الارباح المباشرة على الوحدة من س _٣	٨

ويختلف مفهوم الارباح المباشرة عن مفهوم الارباح المضافة . فالأرباح المضافة تتمثل في التغير في الربحية نتيجة اضافة (أو نقص) مدخلات جديدة اضافية . فالوحدتين من س_١ تبلغ تكلفتها المتغيرة ٢٠ جنيه وتبلغ حصيلة أرباحها المباشرة ١٠ جنيه . فإذا استخدمتا في انتاج وحدة من س_٣ فيلزم اضافة تكلفة متغيرة أخرى تبلغ ١٢ جنيه . وحيث أن الوحدة من س_٣ تباع بمبلغ ٤٠ جنيه فإن الارباح المباشرة للوحدة تكون ٨ جنيه ، وبالتالي فقد ترتب على اضافة ١٢ جنيه للتكلفة المتغيرة لوحدتين من س_١ في سبيل الحصول على وحدة من س_٣ ، انخفاض الارباح المباشرة من ١٠ جنيه الى ٨ جنيه . وتكون الارباح المضافة نتيجة لذلك هي (٢ - جنيه) .

وتظهر الأرباح المضافة في نموذج البرمجة الخطية (بالطريقة التي نتبعها) في صف المؤشرات . فإذا نظرنا إلى جدول الحل الأمثل للمشكلة قيد البحث لوجدنا أن الرقم (٢ -) يظهر أسفل س_١ في صف المؤشرات . وحيث أن صف المؤشرات يتسم الحصول عليه نتيجة تفاعل النموذج وليس كمعطيات للنموذج ، فإننا نبدأ بالربح المباشر في دالة الهدف تاركين أمر تحديد الأرباح (أو التكاليف) المضافة للنموذج ذاته .

وكقاعدة عامة فلا يجوز تحميل منتج معين باستخداماته الكلية من كل من الموارد النادرة ، والتي تتضمن استخداماته غير المباشرة الناتجة عن استخداماته لمنتجات أخرى ، وتحمله أيضا بالأرباح المباشرة التي كانت تتحقق على هذه الاستخدامات فـ في المنتجات الأخرى لأننا لو فعلنا ذلك لضخنا استخداماته بمقدار استخداماته غير المباشرة دون رفع ربحيته المباشرة بما يقابل هذا التضخيم . فتحميل منتج معين بالاستخدامات غير المباشرة التي تترتب على استخداماته لمنتج آخر يقتضى رفع ربحيته هذا المنتج بما يعادل الربح المباشر الذي كان سوف يترتب على هذا الاستخدامات في المنتج الآخر . أى أن الأمر يقتضى تقييم استخداماته الوسيطة من هذا المنتج الآخر بالتكلفة المتغيرة لهذا المنتج .

٢-٥- حالة التداخل المتبادل :

يكون التداخل بين المنتجات متبادلا إذا كانت المنتجات السابقة تستخدم استخداما وسيطا في المنتجات اللاحقة وكانت هذه الأخيرة تستخدم استخداما وسيطا في المنتجات السابقة . كأن يتطلب إنتاج وحدة من س_١ استخدام وحدة من س_٢ في الوقت الذي يتطلب فيه إنتاج وحدة من س_٢ استخدام ½ وحدة من س_١ . وعادة ما يكون التداخل المتبادل قائما بين المنتجات على مستوى القطاع أو الصناعة أو المستوى القومي . ولعل أبرز مثال على هذا التداخل هو تحليل المستخدم والمنتج أو جداول المدخلات والمخرجات .

وتعترضنا في هذا الصدد مشكلة جديدة لم تكن ذات تأثير في حالة التداخل في اتجاه واحد ، وهى اختلاف وحدات قياس المنتجات المختلفة المتبادلة ، فكيف نقيس استخدامات س_٢ من س_١ بوحدات س_١ ثم نقيس استخدامات س_١ من س_٢ بوحدات

س_٣ تنشئ علاقة تبادل ذات مغزى محدد بينهما ، وذلك اذا كانت وحدات قياس كل تختلف عن الأخرى ؟ ولا تقوم هذه المشكلة في حالة التبادل في اتجاه واحد . فاستخدامات المنتجات اللاحقة من منتج معين يتم قياسها بوحدة قياس هذا المنتج في مصفوفة الكميات ، كما أن هذا المنتج لا يكون له استخدام من المنتجات اللاحقة ذات وحدات القياس المختلفة . وكى نتخلص من هذه المشكلة في حالة التداخل المتبادل نقوم بالتعبير عن الاستخدامات الوسيطة بين المنتجات بوحدات قياس موحدة هي النقدية ، ومعنى آخر تحول المبادلات الكمية الى مبادلات قيمية .

وعادة ما يطبق تحليل المستخدم والمنتج على المستويات التجميعية من الاقتصاد القومي ، أى مستوى الصناعة ، او القطاع ، أو المستوى القومي^(١) غير أن النموذج يمكن تطبيقه على مستوى الوحدة الاقتصادية العاملة متى توافرت شروط تطبيقه . وسوف نكتفى بعرضه هنا في صورة مبسطة باعتباره حالة خاصة من حالات نموذج البرمجة الخطية .

ويقوم نموذج المستخدم والمنتج على افتراض وجود علاقات تبادل متداخلة بين القطاعات أو المنتجات المختلفة ، فيما يسمى بالاستخدامات الوسيطة ، تكون ذات نسب ثابتة . بمعنى أن كل قطاع (أو منتج) يستخدم من نفسه ومن كل من القطاعات الأخرى (أو المنتجات الأخرى) نسبة ثابتة من قيمة إنتاجه . ولا تتغير هذه النسبة بما يطرأ من تقلبات في حجم الإنتاج . ويبدأ تحليل المستخدم والمنتج باعداد جدول المستخدم والمنتج من واقع البيانات التاريخية .

ولنفرض وصولاً للغرض ، أن إحدى الشركات تقوم بإنتاج ثلاثة منتجات س_١ ، س_٢ ، س_٣ حيث يوجد علاقات تبادل وسيطة متداخلة بينهم . ولنفرض أن بيانات الإنتاج والاستخدام معبرا عنها بالالف جنيه عن الفترة المحاسبية المنتهية ظهرت كما هو مبين بجدول المستخدم والمنتج التالي .

(١) أنظر لتفاصيل النموذج في هذه المجالات ، د . عبد الحى مرسى ، دراسات في

المحاسبة القومية ونظام حسابات الحكومة (مؤسسة شباب الجامعة ، ١٩٧٤) .

ويمثل كل صف من الصفوف الثلاثة الأولى قيمة الانتاج من كل منتج والمستخدم في كل من المنتجات الأخرى والمبيعات الخارجية . فقيمة انتاج س_١ = ١٠٠٠ ، منها مستخدم في س_٣ ٤٠٠ وفي س_٢ ١٠٠ و ٥٠٠ للمبيعات الخارجية .

كما يوضح كل عمود من الاعددة الثلاثة الأولى استخدامات كل منتج من نفسه ومن المنتجات الأخرى ، ومن الاستخدامات الأخرى ، فالعمود الثاني مثلاً يوضح أن

جدول المستخدم والمنتج من ثلاثة منتجات

المنتج من	المستخدم في	١ = س _١	٢ س _٢	٣ س _٣	مبيعات خارجية	مجموع الانتاج
١ = س _١	س _١	٠	٤٨٠	٦٠	٤٦٠	١٠٠٠
٢ س _٢	س _٢	٢٠٠	٩٦٠	٠	١٢٤٠	٢٤٠٠
٣ س _٣	س _٣	٣٠٠	صفر	٢٤٠	٦٠	٦٠٠
استخدامات أخرى		٥٠٠	٩٦٠	٣٠٠	١٢٦٠	
مجموع الاستخدامات		١٠٠٠	٢٤٠٠	٦٠٠		٤٠٠٠

مجموع استخدامات س_٣ = ٢٤٠٠ منها ٤٨٠ من س_١ ، ٩٦٠ من نفسه ، صفر من س_٢ و ٩٦٠ استخدامات أخرى . والواقع أن البيانات الواردة في الجدول يمكن تقسيمها إلى أربعة أقسام رئيسية هي : مصفوفة المبادلات الوسيطة ، ومنتج الاستخدامات الأخرى ، ومنتج المبيعات الخارجية ، ومتطابقة مجموع الاستخدامات مع مجموع الانتاج . وتتبع مصفوفة المبادلات الوسيطة في الصفوف الثلاثة الأولى والاعددة الثلاثة الأولى . ويوضح كل عمود فيها قيمة استخدامات كل منتج من نفسه ومن المنتجات الأخرى بالمقارنة بمجموع استخداماته . وتعتبر هذه المصفوفة عصب نموذج المستخدم والمنتج .

ويتضمن صف الاستخدامات الأخرى قيمة كل ما يلزم لانتاج المنتج بخلاف الاستخدامات الوسيطة وبما فيها الأرباح . ويتضمن هذا الصف القيمة المضافة أو عوائد عوامل الانتاج في النموذج على المستوى القومي . أما على مستوى الوحدة الاقتصادية فهو يتضمن بالإضافة الى عوائد عوامل الانتاج من أجور وفوائد وإيجارات وأرباح ، كل الاستخدامات الأخرى من مواد مباشرة وغير مباشرة بخلاف المنتجات المتداخلة ، وعناصر المصاريف الصناعية المتغيرة من وقود وزيوت وقوى محركة وما الى ذلك .

ويتضمن عمود المبيعات الخارجية قيمة المبيعات من كل منتج بعد الوفاء بالاحتياجات الوسيطة للمنتجات الأخرى ولنفسه . ويحل محل هذا العمود في جدول المستخدم والمُنتج على المستوى القومي مكونات الطلب النهائي على انتاج القطاعات المختلفة .

وحيث تضمنت الاستخدامات الأخرى عوائد عوامل الانتاج بما فيها الأرباح (أو الخسائر) فإنه يصبح من الضروري والمنطقي أن يتطابق مجموع الاستخدامات لكل منتج مع مجموع الانتاج الخاص به .

وتعتبر مصفوفة المبادلات الوسيطة عصب نموذج المستخدم والمُنتج كما ذكرنا ومنها يتم تحضير البيانات اللازمة للنموذج طبقا للخطوات التالية :

١- ل نرمز لمصفوفة المبادلات بالرمز [د] وهي بطبيعتها مصفوفة مربعة (في مثالنا الجارى 3×3) . وتكون الخطوة الأولى هي أن نقوم بتحويل [د] الى مصفوفة معاملات فنية بين المنتجات [م] ، عن طريق نسبة كل عنصر في العمود [و] من [د] على مجموع الاستخدامات في نفس العمود . ففي العمود الأول مثلا الخاص بالمنتج س ، نقوم بقسمة صفر على ١٠٠٠ . ثم بقسمة ٢٠٠ على ١٠٠٠ ، ثم بقسمة ٣٠٠ على ١٠٠٠ لنحصل على النسب المطلوبة في العمود الأول من [م] . وتكون لمثالنا الجارى :

$$\begin{bmatrix} ٠.٢ & ٠.٢ & ٠ \\ ٠ & ٠.٤ & ٠.٢ \\ ٠.٤ & ٠ & ٠.٣ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{٢٠}{١٠٠٠} & \frac{٤٨٠}{٢٤٠٠} & \frac{٠}{١٠٠٠} \\ ٠ & \frac{٩٦٠}{٢٤٠٠} & \frac{٢٠٠}{١٠٠٠} \\ \frac{٢٤٠}{١٠٠٠} & ٠ & \frac{٣٠٠}{١٠٠٠} \end{bmatrix} = [م]$$

ويلاحظ في [٣] أن القطر الرئيسي يمثل معاملات استخدام المنتجات من نفسها، فالمنتج س_١ مثلاً لا يستخدم من نفسه بينما س_٢ يستخدم ٤٠٪ من إنتاجه ذاتياً . هذا وإن كان ذلك يعد في بعض الحالات غير منطقي على مستوى الوحدة الاقتصادية فهو في غالبية الحالات منطقي على مستوى القطاع والمستوى القومي . فالزراعة تستخدم البذور من الزراعة والنسيج يستخدم الغزل من الصناعة وهكذا .

٢- نحصل على مصفوفة معاملات استخدام المباشرة [ج] أو ما يسمى بمصفوفة الاحتياجات المباشرة من [٢] بطرح [٢] من مصفوفة الوحدة [١]:

$$[ج] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 4 & 2 \\ 4 & 0 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & -2 & 1 \\ 0 & 6 & -2 \\ 6 & 0 & -3 \end{bmatrix}$$

٣- نحصل على مصفوفة الاحتياجات الكلية (ج)^١ من (ج) بإيجاد مقلوب الأخيرة باتباع طريقة الاستبعاد الكامل السابق شرحها (أو باتباع طريقة المحيـدات والمرافقات)^(١) وتكون مصفوفة الاحتياجات الكلية كالآتي :

$$[ج]^{-1} = \frac{1}{318} \begin{bmatrix} 60 & 120 & 360 \\ 20 & 520 & 120 \\ 560 & 60 & 180 \end{bmatrix}$$

وتعبر [ج]^{-١} عن الاحتياجات الكلية للوحدة من كل منتج من نفسه . ومن المنتجات الأخرى . فالعمود الأول مثلاً يوضح أنه لإنتاج وحدة من س_١ تتـسـاـح للاستخدامات الأخرى بما فيها المبيعات الخارجية يلزم :

$$\frac{360}{318} \text{ من } س_1 \text{ لأن } س_1 \text{ لها احتياجات غير مباشرة من نفسها تبلغ } \frac{42}{318}$$

(١) لهذه الطريقة انظر د . عبد الحى مرقى ، دراسات في المحاسبة القومية ... مرجع سابق .

$\frac{120}{318}$ من س_٣ كاحتياجات مباشرة وكاحتياجات غير مباشرة عن طريق س_٣ •

$\frac{180}{318}$ من س_٣ كاحتياجات مباشرة واحتياجات غير مباشرة •

وبذلك فالصف الأول يوضح جملة احتياجات من س_١ فى س_١ وفى س_٢ وفى س_٣ للوفاء بالمبيعات الخارجية • ويوضح الصف الثانى جملة احتياجات من س_٢ فى س_١ وفى س_٢ وفى س_٣ للوفاء بالمبيعات الخارجية ، وهكذا •

هذا وتتوم المصفوفة [ج] -^١ فى هذه الحالة مقام المصفوفة [ج] -^١ السابق استخدامها فى حالة التبادل فى اتجاه واحد • ذلك لأننا بدأنا حالة المستخدم والمنتج بالاعمدمة ممثلة لاستخدامات كل منتج ، بينما كانت الاعمدة فى مصفوفة الكميات ممثلة لاستخدامات المنتجات المختلفة •

٤- يتم اتخاذ ندرة الموارد المتاحة محدودة المقدار والقدرة فى الاعتبار فى هذه الحالة عن طريق ايجاد العلاقة بين عوائد كل منها فى صف الاستخدامات الأخرى ومجموع الاستخدامات الخاصة بكل منتج • كما يتم التعبير عن الكميات المتاحة من هذه الموارد تعبيراً قيمياً عن طريق حساب العائد الكلى على هذه الكميات • ولنرجع لتوضيح ذلك الى جدول المستخدم والمنتج السابق ، ونفترض على سبيل التبسيط أن بيان مجموع الاستخدامات الأخرى لكل منتج كان كالاتى :

المنتج	س _١	س _٢	س _٣
مواد واستخدامات وسيطة أخرى	١٠٠	٢٤٠	١٢٠
عائد المورد الأول	٢٠٠	٠	٦٠
" " الثانى	٢٠٠	٤٨٠	٠
" " الثالث	٠	٠	١٢٠
" " الرابع	٠	٢٤٠	٠
مجموع الاستخدامات الأخرى	٥٠٠	٩٦٠	٣٠٠
مجموع الاستخدامات	١٠٠٠	٢٤٠٠	٦٠٠

ونستطيع بنفس الطريقة التي اتبعناها بصدق إيجاد [٢] من مصفوفة المبادلات [د] أن نحصل على مصفوفة معاملات الاستخدام من الموارد النادرة [أ] بنسبة عائد كل مورد الى مجموع استخدامات المنتج المعين . وتكون [أ] كالآتي :

$$\begin{bmatrix} 0.1 & 0 & 0.2 \\ 0 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{160}{600} & 0 & \frac{200}{1000} \\ 0 & \frac{480}{2400} & \frac{200}{1000} \\ \frac{120}{600} & - & - \\ 0 & \frac{240}{2400} & 0 \end{bmatrix} = [أ]$$

وسلاحظ أننا أهملنا صف الاستخدامات من المواد والاستخدامات الوسيطة الأخرى حيث نفترض أن الكميات المتاحة منها لا تمثل قيوداً على برنامج الإنتاج على مستوى الوحدة الاقتصادية .

٥- نحصل على الاحتياجات الكلية لوحدة كل منتج من الموارد النادرة، أي نحصل على [أ]* ، في هذه الحالة عن طريق ضرب [أ] مسبقاً في [ج] -١ . لاحظ أننا لا نوجد مبدول (ج) -١ في هذه الحالة لأن كل عمود فيها يمثل بطبيعته استخدامات المنتج من نفسه ومن المنتجات الأخرى .

$$\begin{bmatrix} \frac{60}{318} & \frac{120}{318} & \frac{260}{318} \\ \frac{20}{318} & \frac{570}{318} & \frac{120}{318} \\ \frac{560}{318} & \frac{60}{318} & \frac{180}{318} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.1 & 0 & 0.2 \\ 0 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [أ]^*$$

$$\begin{bmatrix} 68 & 30 & 90 \\ 16 & 138 & 96 \\ 112 & 12 & 36 \\ 2 & 57 & 12 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{318} =$$

وحيث أن [أ]* هي نتائج مبادلات قيمية ، فيصبح من اللازم التعبير عن الكميات المتاحة من الموارد النادرة الأربعة بوحدات قيمية متجانسة بنفس وحدة القياس المستخدمة في مصفوفة المبادلات . ولنفرض في مثالنا الجارى أن المتوفر من الموارد الأربعة معبرا عنه في صورة العائد المنتظر على كل منها بالألف جنيه في الفترة المقبلة كان كالآتى : المورد الأول ٤٠٠ ، المورد الثانى ٨٠٠ ، المورد الثالث ١٠٠ ، المورد الرابع ٣٠٠ . ولنفرض أيضا أن الهدف هو تقصية العوائد المتوقعة على الموارد النادرة بإنتاج المنتجات الثلاثة .

٦- للحصول على دالة الهدف في هذه الحالة يلزم إيجاد معاملات كل من المنتجات الثلاثة فيها ، وحيث تكون معبرة عن مساهمة كل منتج في تحقيق العوائد على الموارد النادرة . ونحصل على هذه المعاملات من المصفوفة [أ] حيث يمثل مجموع كل عمود فيها نسبة مساهمة كل منتج في تحقيق هذه العوائد منسوبة إلى مجموع إنتاجه . وحيث أن الإنتاج الخاص بالمنتجات الثلاثة قد تم التعبير عنه بوحدة قياس قيمية متجانسة ، فتصبح هذه النسب كافية لإظهار الهيكل النسبى للعوائد الخاصة بالمنتجات الثلاثة بوحدات قياس موحدة . وبذلك تكون دالة الهدف كالآتى :

$$\text{عظم } ع = ٤ر١س + ٢ر٢س + ٣ر٣س \quad (١)$$

٧- وغيدنا المصفوفة [أ]* والمتاح من الموارد النادرة في وضع القيود الموضوعية والتلقائية للمشكلة كالآتى :

$$(٢) \quad \begin{bmatrix} ٤٠٠ \\ ٨٠٠ \\ ١٠٠ \\ ٣٠٠ \end{bmatrix} \geq \begin{bmatrix} ١س \\ ٢س \\ ٣س \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 68 & 30 & 90 \\ 16 & 138 & 96 \\ 112 & 12 & 36 \\ 2 & 57 & 12 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{318}$$

كل من س١ ، س٢ ، س٣ ≤ صفر

٨- وبإضافة المتغيرات العاطلة وضرف طرفى القيود الموضوعية (٢) فى ٣١٨ يكون جدول الحل الأساسى الأول كالاتى :

ع	٤ر	٣ر	٣ر	٠	٠	٠	٠	٠	ع	س*	ب
النسب	١س	٢س	٣س	٤س	٥س	٦س	٧س				
١١٧٧ $\frac{٢١}{٢٧}$	٩٠	٣٠	٦٨	١	٠	٠	٠		١٢٧٢٠٠	٤س	٠
٢٦٥٠	٩٦	١٣٨	١٦	٠	١	٠	٠		٢٥٤٤٠٠	٥س	٠
١٧٦٦ $\frac{٢}{٣}$	٣٦	١٢	١١٢	٠	٠	١	٠		٣١٨٠٠	٦س	٠
٧٩٥٠	١٢	٥٧	٢	٠	٠	٠	١		٩٥٤٠٠	٧س	٠
	٤ر	٣ر	٣ر	٠	٠	٠	٠		المؤشرات	صفر	

ويكون الحل الأساسى الأمثل لهذه المشكلة محتويا على المتغيرات الأساسية التالية:
(عليك بحلها بطريقة السمبلكس) :

$$[س^*] = [س_١ ، س_٢ ، س_٤ ، س_٥]$$

$$= [٣٥٠ ، ١٦٠٠ ، ١٥٠ ، صفر]$$

وهو يعنى أن المبيعات الخارجية تتكون من ٣٥٠ (ألف جنيه) من س_١ ، ١٦٠٠ (ألف جنيه) من س_٢ ، صفر من س_٣ ، ويترتب على هذا البرنامج عدم امكانية تحقيق العائد المستهدف على المورد الأول ، حيث ينقص العائد المحقق عليه (٢٥٠ ألف جنيه) عن المطلوب بمقدار ١٥٠ (ألف جنيه) وهى تساوى قيمة س_٤ فى المتغيرات الأساسية ، أما الموارد الثلاثة الأخرى فقد تحقق العائد المستهدف عليها وهو ٨٠٠ ، ١٠٠ ، ٣٠٠ (ألف جنيه) على التوالى .

لاحظ أن الحل الأساسى الأمثل يوضح تشكيلة الانتاج المثالية للمبيعات الخارجية ، وللحصول على حجم الانتاج الكلى من كل منتج فيلزم ضرب المصفوفة (ج)^١

فى هذه التشكيلة كالآتى :

$$\begin{bmatrix} 1000 \\ 2000 \\ 500 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 350 \\ 1600 \\ \text{صفر} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 60 & 120 & 360 \\ 20 & 570 & 120 \\ 56 & 60 & 180 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{318} = \begin{bmatrix} 100 \\ 200 \\ 300 \end{bmatrix} \quad \text{الانتاج الكلى من}$$

وبالاستعانة بالمصفوفة [٢] والمصفوفة [أ] نستطيع من هذا الانتاج الكلى اعداد جدول المستخدم والمنتج المستهدف . فحيث تمثل مجموع انتاج س_١ ١٠٠٠ مثلاً ، فهو بالضرورة يساوى مجموع استخداماته ، وبافتراض النسب ثابتة فى [٢] وفى [أ] ، نستطيع عن طريق ضرب اعمدة هاتين المصفوفتين فى الانتاج الكلى من كل منتج أن نقوم باعداد جدول المستخدم والمنتج .

ويلاحظ أن مجموع صف العائد المحقق على المورد الأول يبلغ ٢٥٠ بينما المستهدف كان ٤٠٠ ، فلم يتحقق ١٥٠ (ألف جنيه) على هذا المورد . بمعنى أن طاقة هذا المورد عاطلة بما يعادل رسمة ١٥٠ ألف جنيه بمعدل العائد السارى على هذا المورد . أما المورد الثانى فقد استغل بالكامل وتحقق العائد المستهدف عليه وهو ٨٠٠ (ألف جنيه) وكذلك بالنسبة للموردين الثالث والرابع .

جدول المستخدم والمستهلك المستهدف

مجموع الانتاج	مبيعات خارجية	س٣	س٢	س١	المستخدم فى
١٠٠٠	٣٥٠	٥٠	٦٠٠	٠	المنتج من : س١
٣٠٠٠	١٦٠٠	٠	١٢٠٠	٢٠٠	س٢
٥٠٠	٠	٢٠٠	٠	٣٠٠	س٣
		١٠٠	٣٠٠	١٠٠	مواد واستخدمات وسيطة أخرى
		٥٠	٠	٢٠٠	عائد محقق على المورد الاول
		٠	٦٠٠	٢٠٠	س الثانى
		١٠٠	٠	٠	س الثالث
		٠	٣٠٠	٠	س الرابع
	١٩٥٠	٢٥٠	١٢٠٠	٥٠٠	مجموع الاستخدمات الاخرى
٤٥٠٠		٥٠٠	٣٠٠٠	١٠٠٠	مجموع الاستخدمات

٣- الثنائية :

يعتبر مبدأ الثنائية من الخصائص المميزة لنماذج البرمجة الخطية ، كما يعتبر من أهم المبادئ التي يقوم عليها النموذج وأعضاؤها فائدة • فهو بالإضافة الى فعاليتها في تحليل الحساسية ، كما سنتبين فيما بعد ، فيعد بحق من الادوات الهامة في رفع كفاءة طريقة الحل والتغلب على العديد من المشاكل التي قد تولجها في هذا الصدد •

وينطلق مبدأ الثنائية من أن كل مشكلة برمجة خطية يمكن أن ينظر اليها من وجهين متضادين ولكنها متماثلين في النتائج • فمشكلة تقصية الارباح الناتجة من إنتاج تشكيلة معينة من المنتجات يمكن أن ينظر اليها على أنها مشكلة تدنية تكاليف الموارد النادرة المتاحة لإنتاج هذه المنتجات • كما أن مشكلة تدنية تكاليف الحصول على مزيج معين من المدخلات يمكن النظر اليها على أنها مشكلة تقصية الخصائص المرغوبة في المزيج في ضوء ميزانية التكاليف المتاحة • ولهذا المنطلق ولا شك أساسه النظرى المسلم في النظرية الاقتصادية •

ولنفرض توضيحاً لمبدأ الثنائية ، أن إحدى الشركات تنتج منتجين س_١ ، س_٢ باستخدام موردين نادرين ، وأن نموذج البرمجة الخاص بها كان كالآتي :

$$(1) \quad \text{عظم } E = 12س_1 + 16س_2$$

$$(2) \quad \begin{cases} 120 \geq 4س_1 + 2س_2 \\ 108 \geq 3س_1 + 2س_2 \end{cases} \quad \text{في ظل:}$$

$$(3) \quad س_1 \geq 0 , س_2 \geq 0$$

وإذا استبعدنا س_١ ، س_٢ من (١) و (٢) ، نجد أن معاملات دالة الهدف ومعاملات القيود ، والثوابت يمكن صياغتها في شكل مصفوفة مجزأة كالآتي :

$$(1) \quad \left[\begin{array}{c|cc} \text{صفر} & 12 & 16 \\ \hline \dots & \dots & \dots \end{array} \right] \quad (2) \quad \left[\begin{array}{c|cc} 120 & 4 & 1 \\ \hline 108 & 2 & 3 \end{array} \right] = \begin{bmatrix} [E] & [صفر] \\ [1] & [2] \end{bmatrix}$$

ويمثل الصف [ع] معاملات دالة الهدف، والمصفوفة [أ] معاملات القيود الموضوعية، والعمود [ب] كميات الموارد المتاحة، والرقم [صفر] قيمة دالة الهدف عند نقطة الصفر. ولصيغة هذه المشكلة في صورتها الثنائية تتبع القواعد التالية :

١- يحل محل كل قيد في الأولى متغير في الثنائي، ويحل محل كل متغير في الأولى قيد في الثنائي . وحيث رمزنا للمتغيرات في الأولى بالرمز [س] = [س_١ ، س_٢] فسوف نرمز لمتغيرات الثنائي بالرمز [ص] . وحيث لدينا قيدان في الأولى يكون لدينا متغيرين في الثنائي ، أي [ص] = [ص_١ ، ص_٢] .

٢- توجد مبدول [ب] ، أي نحوله الى صف ونضعه في مكان [ع] في دالة الهدف في الأولى لنحصل على دالة الهدف في الثنائي . وإذا كانت دالة الهدف في الأولى دالة تقصية (تعظيم) فان دالة الهدف في الثنائي تكون دالة تدنية، والعكس صحيح . وتكون دالة الهدف في ثنائي المشكلة بعاليه طبقا لهاتين القاعدتين كالآتي :

تدنية : ت = ١٢٠ ص_١ + ١٠٨ ص_٢ (١)

٣- توجد مبدول [ع] في الأولى ، أي نحوله الى عمود ونضعه في مكان [ب] لنحصل على شوايت القيود في الثنائي ثم نقوم بعكس اشارات التباين، فإذا كانت \geq تتحول الى \leq وإذا كانت $>$ تتحول الى $<$.

٤- توجد مبدول [أ] في الأولى ، أي نحول كل عمود الى صف بالترتيب (العمود الأول يصبح الصف الأول مثلا) ، ونضعه مكان [أ] لنحصل على معاملات القيود في الثنائي .

وبتطبيق القاعدتين الثالثة والرابعة تكون القيود الموضوعية بالمشكلة بعاليه كالآتي :

$$\text{في ظل : } \begin{matrix} \text{ص} ١ + ٣ \text{ ص} ٢ \leq ١٢ \\ \text{ص} ١ + ٢ \text{ ص} ٢ \leq ١٦ \end{matrix} \quad (٢)$$

وتظهر المصفوفة المجزأة للثنائي في هذه الحالة كالآتي :

$$\begin{matrix} (١) \\ (٢) \end{matrix} \left[\begin{array}{c|c|c} \text{صفر} & ١٠٨ & ١٢٠ \\ \hline ١٢ & ٣ & ١ \\ ١٦ & ٢ & ٤ \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c|c} \text{صفر} & \text{صفر} \\ \hline \text{صفر} & \text{صفر} \end{array} \right]$$

وبالطبع يتم حل صيغة الثنائى، بطريقة السمبلكس مثلها فى ذلك مثل صيغة الأولى، مما اتنا القواعد والاجراءات الملائمة لكل ، على حسب كونها نقصية أو تدنية . وقبل أن نقارن بين جدول، الحل الامثل للصيغتين ، سوف نضيف المتغيرات العاطلة للأولى ، والمتغيرات الزائدة والوهمية للثنائى ، ونوفق بين المتغيرات ودلالاتها فى الصيغتين .

٣-١ - دلالة المتغيرات وكيفية التوفيق بينها فى الأولى، والثنائى :

إذا أضفنا المتغيرات العاطلة لصيغة النموذج الأولى، فى المشكلة المبسطة بحالها (نقصية) وأضفنا المتغيرات الزائدة والوهمية لصيغة الثنائى، لأصبحت صيغة كل من النموذجين كالآتى :

$$\begin{aligned} \text{الأولى : عظم } E &= 120S_1 + 16S_2 + 3S_3 + 4S_4 \\ \text{فى ظل :} &= 120S_1 + 4S_2 + 3S_3 \\ 108 &= 3S_1 + 2S_2 + 4S_3 \\ S_1, S_2, S_3, S_4 &\leq \text{صفر} \end{aligned}$$

الثنائى :

$$\begin{aligned} \text{تدنية، ت} &= 120S_1 + 108S_2 + 3S_3 + 4S_4 + 1S_5 + 2S_6 \\ \text{فى ظل :} &= 120S_1 + 3S_2 - 3S_3 + 4S_4 + 1S_5 \\ 16 &= 4S_1 + 2S_2 + 3S_3 + 4S_4 \\ \text{كل (ص)، (هـ) } &\leq \text{صفر} \end{aligned}$$

ومن واقم القواعد السابقة نستطيع استنباط العلاقة بين متغيرات الأولى، والثنائى كالآتى،

١- حيث كل متغير فى الأولى يقابله قيد فى الثنائى، فان المتغير الأول S_1 فى الأولى يقابله القيد الأول فى الثنائى، ولكننا إذا نظرنا إلى القيد الأول فى الثنائى، لوجدناه يشمل على أربعة متغيرات هى S_1, S_2, S_3, S_4 ، فهل تعبر هذه المتغيرات كلها عن ما كان يعبر عنه S_1 ؟، والاجابة بالقطم تكون بالنفى، رغم أن حصيلة تفاعل القيد بطرفيه هى التى تؤدى إلى تحقيق قيمة S_1 . وحيث

أن نتائج هذا التفاعل الذى يحدد قيمة s_1 عادة ما يلزم أن ينعكس فى متغير واحد فقط من القيد (لأن القيد عبارة عن معادلة واحدة فى أربعة متغيرات ومن ثم يلزم أن تتخذ منها ثلاثة متغيرات قيما عشوائية حتى تتحدد قيمة الرابع تلقائيا) فلا بد وأن تكون هناك علاقة تقابل أو تماثل بين s_1 ومتغير واحد من هذا القيد الأول . ومن البديهي أن تستبعد المتغير الوهمى h_1 حيث أن الهدف منه هو المساعدة فى بدئ خطوات طريقة السمبلكس وليس له وجود حقيقى كما سبق وذكرنا . ويبقى بعد ذلك s_1 و s_2 ، s_3 . ولكننا سبق أن ذكرنا أن كل قيد فى الأولى يقابله أيضا متغير فى الثنائى . وتطبيقا لذلك فقد وضعنا s_1 فى الثنائى لتعبر عن القيد الأول فى الأولى ، ووضعنا s_2 فى الثنائى لتعبر عن القيد الثانى فى الأولى . وبالقطع لا يجوز أن تعبر نفس المتغيرات فى الثنائى عن كل من القيود والمتغيرات فى الأولى . يبقى بعد ذلك إذن المتغير s_3 ، فهل يعبر هذا المتغير فعلا عن s_1 ؟ والإجابة هى بالإيجاب . لأن كل متغير زائد فى ثنائى مشكلة تقصية يعبر عن متغير أصلى فى أولى المشكلة، وكل متغير عاطل فى الأولى لنفس المشكلة يعبر عن متغير أصلى فى الثنائى . ومعنى ذلك أن s_3 يعبر عن s_1 ، s_4 يعبر عن s_2 ، كما أن s_5 يعبر عن s_1 ، s_6 يعبر عن s_2 .

٢- إذا كان المتغير العاطل فى الأولى يعبر عن متغير أصلى فى الثنائى، فإن ظهور هذا المتغير العاطل فى المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل يعنى وجود فائض عاطل من القدر الخارج من هذا المورد ، ومن ثم لا يكون للمورد قيمة محتسبة فى النموذج . ويتربط على ذلك أن المتغير الأصلى فى الثنائى الذى يعبر عنه هذا المتغير العاطل فى الأولى لا يكون من المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل للثنائى ، وإن ظهر فيها تكون قيمته صفرية . أما إذا كان المتغير العاطل فى الأولى بين المتغيرات غير الأساسية فى الحل الأمثل ، فإن المتغير الأصلى المقابل فى الثنائى يكون بين المتغيرات الأساسية .

٣- إذا كان المتغير الزائد فى الثنائى يعبر عن متغير أصلى فى الأولى، فإن ظهور هذا المتغير بين مجموعة المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل يعنى ظهور المتغير الأصلى بين المتغيرات غير الأساسية فى الأولى . أما إذا كان المتغير الزائد بين

المتغيرات غير الأساسية في الحل الأمثل للشئائى، فان المتغير الأسمى المقابل له فى الأولى يكون بين المتغيرات الأساسية .

٤- تظهر قيم المتغيرات الأساسية فى الأولى فى العمود [ب] فى الحل الأمثل وتظهر القيم المقابلة لها والخاصة بالمتغيرات الزائدة (أو العاطلة اذا كان الأولى تدنية) فى صف المؤشرات فى الشئائى . كما أن قيم المتغيرات الأساسية فى الشئائى والتي تظهر فى العمود [ب] فى الحل الأمثل تظهر مقابل المتغيرات العاطلة (أو الزائدة اذا كان الأولى تدنية) فى صف المؤشرات فى الأولى .

ولتوضيح هذه العلاقات نعرض فيما يلى جدول الحل الأمثل للأولى (تقصية) وللشئائى (تدنية) للمثال بعاليه . عليك بحل الصيغتين بطريقا السهل كالتالى عرضناها فى الفصل السابق والتحقق من النتائج الموضحة فى الحل الأمثل .

جدول الحل الأساسى الأمثل
(النموذج الأولى - تقصية)

ع و	١٢	١٦	٠	٠	ع، س*	ب
النسب	س١	س٢	س٣	س٤	س٢	س١
	٠	١	$\frac{2}{5}$	$-\frac{1}{5}$	$\frac{126}{5}$	١٦
	١	٠	$-\frac{1}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{96}{5}$	١٢
	٠	٠	$-\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$633\frac{3}{5}$	المؤشرات

جدول الحل الأساسى الأمثل
(النموذج الثانى — تدنيّة)

ب	١٢٠	١٠٨	٠	٠	ك	ك	ب
النسب	ص ١	ص ٢	ص ٣	ص ٤	هـ ١	هـ ٢	النسب
١٠٨	٠	١	$\frac{٢}{٥}$	$\frac{١}{١٠}$	$\frac{٢}{٥}$	$\frac{١}{١٠}$	ص ٢
١٢٠	١	٠	$\frac{١}{٥}$	$\frac{٣}{١٠}$	$\frac{١}{٥}$	$\frac{٣}{١٠}$	ص ١
المؤشرات	٠	٠	$\frac{٩٦}{٥}$	$\frac{١٢٦}{٥}$	$\frac{٩٦}{٥}$	$\frac{١٢٦}{٥}$	٦٣٣

وبالتدقيق فى الجدولين نجد الآتى :

١- س_١، س_٣ متغيرات أساسية فى الأولى ، س_٣، س_٤ المعبران عنها فى الثانى
متغيرات غير أساسية وقيمة س_١ = $\frac{٩٦}{٥}$ فى العمود (ب) فى الأولى ، وقيمة س_٣ = $\frac{٩٦}{٥}$
فى العمود الثالث من صف المؤشرات فى الثانى . وأكثر من ذلك نجد أن صف
معاملات احلال س_١ مع س_٣، س_٤ فى الأولى يعادل عمود احلال س_٣ محل س_١ و س_٣ فى
الثانى مما انعكاس الاشارات . كما أن قيمة س_٣ = $\frac{١٢٦}{٥}$ فى الاولى تعادل قيمة س_٤ = $\frac{١٢٦}{٥}$
فى الثانى . وكذلك التماثل فى معاملات الاحلال .

٢- س_٣، س_٤ متغيرات غير أساسية فى الأولى ، أى أنها تساوى صفر، وحيث أنها
تعبّر عن موارد عاطلة فهى تعنى استغلال الموارد التى تعبّر عن طاقتها العاطلة
استغلالاً كاملاً . وقد ترتب على هذه الندرة أن أصبح سعر الظل المحتسب للوحدة
من المورد الأول مساوياً $\frac{١٢}{٥}$ كما يظهر فى صف المؤشرات تحت س_٣، وللوحدة من
المورد الثانى $\frac{١٦}{٥}$ كما يظهر تحت س_٤ . وبالعكس نجد س_١، س_٣ متغيرات أساسية
فى الثانى ، وقيمتها هى $\frac{١٢}{٥}$ ، $\frac{١٦}{٥}$ فى العمود (ع) على التوالى . والواقع
أن س_١ هى سعر الظل المحتسب للوحدة من المورد الأول ، كما أن س_٣ هى سعر
الظل المحتسب للوحدة من المورد الثانى . كما نجد أيضاً أن صف معاملات احلال

ص ١ م ص ٣ و ص ٤ يعاثل عمود احلال ص ٣ محل ص ١ و ص ٢ مع انعكاس الاشارات .

٣- قيمة دالة الهدف في الأولى = $\frac{3}{133}$ = أقصى حصة للارباح المباشرة =
قيمة دالة الهدف في الثنائي = أدنى تكلفة محتسبة للموارد النادرة .

٤- يمكن استقراء نتائج الثنائي من الحل الأمثل للأولى كما يمكن استقراء نتائج الأولى من الحل الأمثل للثنائي متى تم تحديد المتغيرات المتقابلة في النموذجين تحديدًا صحيحًا .

٣-٢- القواعد العامة للمقابلة بين الصيغتين :

لعله من الواضح مما تقدم أن صيغة الثنائي هي المبدول لصيغة الأولى بصفة عامة . ويوضح الجدول التالي القواعد العامة لتحديد الصيغة الثنائية المناسبة لمقابلة صيغة الأولى في ظل الاحتمالات المختلفة . وبالإضافة إلى ما هو وارد في الجدول، فإنه كثيرًا ما يعترضنا عدد من المشاكل بصدور إيجاد الصيغة المناسبة للنموذج بصفة عامة . وسوف نقتصر هنا على عرض كيفية التغلب على ثلاث من هذه المشاكل . وتقوم المشكلة الأولى في حالة عدم تناسق دالة الهدف مع علاقات القيود ، ففي النموذج النمطي للبرمجة ، عندما تكون دالة الهدف دالة تعصية تكون علاقات القيود المناسبة لها علاقات تباين سالبة (أي أقل من أو تساوي \geq) . وبالعكس إذا كانت دالة الهدف تدنية فتكون علاقات القيود المناسبة لها علاقات تباين موجبة (أي أكبر من أو تساوي \leq) ولنغرض مثلاً المشكلة التالية :

$$\begin{aligned} \text{عظم } E &= 12x_1 - 5x_2 + 8x_3 \quad (1) \\ \text{في ظل: } & \begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 32 \\ -x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 24 \\ 2x_1 + 2x_2 - 5x_3 \leq 12 \end{cases} \quad (2) \end{aligned}$$

ونجد في هذه المشكلة أن تعظيم الهدف لا يتفق مع علاقات التباين الموجبة في القيود . ويتم التخلص منها بضرب دالة الهدف في (-١) لتتحول إلى دالة تدنية تتسق مع

علاقات القيود • وتصبح دالة الهدف كالآتى :

$$\text{تدنية } E' = -12s_1 + 5s_2 - 8s_3 \quad (1)$$

وهى متسقة مع علاقات القيود •

أما المشكلة الثانية فتعترضنا عندما نمتزج علاقات القيود فى المشكلة الواحدة،
كأن تتواجد علاقات تباين موجبة وسالبة فى نفس الوقت • ولنفرض توضيحا لذلك المشكلة
الآتية :

$$E : \text{عظم} = 18s_1 + 15s_2 \quad (1)$$

فى ظل :

$$\begin{aligned} (1) \quad & 120 \geq 2s_1 + 4s_2 \\ (2) \quad & 18 \leq 2s_1 - 4s_2 \\ (3) \quad & 32 \geq s_1 + s_2 \end{aligned}$$

$$(3) \quad s_1, s_2 \leq \text{صفر}$$

ومن الواضح أن اشارة تباين القيد الثانى فى (٢) موجبة ولا تنسق مع باقى القيود
ومم دالة الهدف • ويمكن التخلص من هذه المشكلة فى النموذج الأولى بضرب هذا
القيد فى (-١) ليصبح كالآتى :

$$-18 \geq 2s_1 + 4s_2 \quad (202)$$

ويترتب على ذلك أن المتغير العاقل الخاص بهذا القيد ، والذي يظهر فى الحل
الاساسى الأول يتخذ قيمة سالبة ، خارجا بذلك على شرط عدم السالبة • ويمكن
التغلب على ذلك بعدد من الطرق منها : (١) التخلص من السالبة من طريق
عمليات الصفوف فى طريقة الاستبعاد الكامل قبل اعداد جدول الحل الاساسى الأول ،
(٢) صياغة الثنائى اذا كانت دالة الهدف فى الأولى لا تحتوى على معاملات سالبة
وحل الثنائى بدلا من الأولى •

ولتوضيح الطريقة الأولى افترض أننا رغبنا فى التخلص من s_1 فى القيد (٢٠٢)
باستخدام القيد (٣٠٢) • ويتم ذلك بضرب (٣٠٢) فى ٤ واضافته جبريا الى (٢٠٢)
كالآتى :

$$\begin{array}{rcl} 4 \times (302) & 148 & \geq 2s_4 + 1s_4 \\ (202) & 18 & \geq 2s_2 + 1s_4 \\ \hline 1200 & \geq & 6s_2 \end{array}$$

اما طبقا للطريقة الثانية فتظهر الصيغة الثنائية كالآتي :

$$\begin{array}{l} \text{تدنيّة ت} = 120 \text{ ص} 1 - 18 \text{ ص} 2 + 37 \text{ ص} 3 \\ \text{في ظل : } 2 \text{ ص} 1 - 4 \text{ ص} 2 + 3 \text{ ص} 3 \leq 18 \\ 4 \text{ ص} 1 + 2 \text{ ص} 2 + 3 \text{ ص} 3 \leq 15 \\ \text{ص} 1, \text{ ص} 2, \text{ ص} 3 \leq \text{صفر} \end{array}$$

كما يمكن في الواقع الابقاء على (٢٠٢) دون تعديل اتجاه اشارة التباين على أن يبدأ الحل الاساسي الأول بمتغير وهمي في هذا القيد . عليك بصياغة المشكلة بهذه الطريقة وحلها وتوضيح دلالة المتغيرات في جدول الحل الأمثل .

وتظهر المشكلة الثالثة عندما تكون علاقة أحد القيود أو بعضها علاقة تساوى . ويترتب على ذلك بالطبع أن المتغير المقابل لهذا القيد (أو المتغيرات المقابلة لهذه القيود) في الثنائي يكون غير محدد الاشارة ، ونفرض مثلا :

$$\begin{array}{rcl} \text{عظم } 6 & = & 12 \text{ ص} 1 + 9 \text{ ص} 2 \\ \text{في ظل : } & & 3 \text{ ص} 1 + 3 \text{ ص} 2 \\ (102) & 138 & = \\ (202) & 36 & \geq \\ (302) & 28 & \geq 2 \text{ ص} 2 \\ & & \text{ص} 1, \text{ ص} 2 \leq \text{صفر} \end{array}$$

ويكون ثنائي هذه المشكلة كالآتي :

$$\begin{array}{l} (1) \quad \text{تدنيّة ت} = 138 \text{ ص} 1 + 36 \text{ ص} 2 + 28 \text{ ص} 3 \\ (2) \quad \left\{ \begin{array}{l} 12 \leq 2 \text{ ص} 1 + 3 \text{ ص} 2 \\ 9 \leq 3 \text{ ص} 1 + 3 \text{ ص} 2 \end{array} \right. \\ (3) \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{ص} 1 \text{ غير محدد الاشارة} \\ \text{ص} 2, \text{ ص} 3 \leq \text{صفر} \end{array} \right. \end{array}$$

ويلاحظ أن ص_١ فى الثنائى ، والذي يقابل القيد (١٠٢) فى الأولى غير محدد
الإشارة لقيام علاقة التساوى فى هذا القيد . ويتم التخلص من هذه المشكلة بتحويل
علاقة التساوى الى علاقته متباين متضادتين فى الاتجاه . فالقيد (١٠٢) يعادل
تماما القيدين :

$$٢س١ + ٣س٢ > ١٣٨ \quad (١٠١٠٢)$$

$$٢س١ + ٣س٢ < ١٣٨ \quad (٢٠١٠٢)$$

ثم يتم تحويل إشارة التباين فى (٢٠١٠٢) بضربها فى (-١) كما سبق أن ذكرنا .
ويصبح الثنائى فى هذه الحالة كالآتى :

$$\text{تدنية، ت} = ١٣٨ص١ - ١٣٨ص٢ + ٣٦ص٣ + ٢٨ص٤ \quad (١)$$

$$\text{فى ظل : } ٢ص١ - ٢ص٢ + ٣ص٣ \leq ١٢ \quad (٢)$$

$$٣ص١ - ٣ص٢ + ٤ص٣ \leq ٩ \quad (٣)$$

$$١ص١ ، ٢ص٢ ، ٣ص٣ ، ٤ص٤ \leq \text{صفر} \quad (٣)$$

وبذلك نتخلص من مشكلة وجود متغير غير محدد الإشارة فى النموذج .

٣٠٣ . الثنائية والامكانية والمثالية :

سبق أن ذكرنا أن مبدأ الثنائية يعد من أهم المبادئ التى تقوم عليها البرمجة
الخطية . وينص المبدأ على أن :

أ - إذا كان لكل من النموذج الأولى والنموذج الثنائى حلا ممكنا ، فيكون لكل من
النموذجين حلا . مثلا . فإذا كان الحل الأمثل للأول هو (س^{*}) = (س^{*}_١ ، س^{*}_٢ ، ...)
س^{*}_ن) ، فإن الحل الأمثل للثنائى يكون (ص^{*}) = (ص^{*}_١ ، ص^{*}_٢ ، ... ص^{*}_م) ، ويكون

$$\sum_{i=1}^n ١ \cdot ع_{س^*} = \sum_{r=1}^m ب_r \cdot ص_r^*$$

ب - إذا كان لأى من النموذج الألى أو النموذج الثنائى حلا مثاليا ممكنا ينطوى
على قيمة محددة لدالة الهدف ، فإن النموذج الآخر يكون له حل ممكن ينطوى على
نفس القيمة لدالة الهدف ، وتكون هذه القيمة هى القيمة المثالية .

ولتوضيح هذا المبدأ دعنا نميز بين الامكانية و المثالية . فالامكانية ترتبط بالقيود الخاصة بالنموذج وتتحدد من واقع العلاقات القائمة بينها . ويكون أى من الحلول ممكنا اذا كان مستوفيا لكل الشروط الواردة فى قيود المشكلة، ولنفرض توضيحا لذلك المثال المبسط التالى :

النموذج الأولي: النموذج الثانى:

$$\begin{array}{ll}
 (1) & \text{عظم } E = 1س + 2س \\
 (1) & \text{تدنية } T = 1ص + 2ص \\
 (102) & 16 \geq 1س + 2س \\
 (102) & 6 \leq 1ص + 2ص \\
 (202) & 24 \geq 1س + 3س \\
 (202) & 4 \leq 1ص + 3ص \\
 (3) & 1س \leq \text{صفر} \\
 (3) & 1ص \leq \text{صفر}
 \end{array}$$

فالحلول الركنية الثلاثة للنموذج الأولي (بخلاف نقطة الصفر) هى :

$$\begin{array}{lll}
 1س - 1 = 8 & 1س - 2 = \text{صفر} & 1س - 3 = 4 \\
 2س = \text{صفر} & 2س = 8 & 2س = 6
 \end{array}$$

والحل الأول ممكن حيث يتحقق القيد الأول بالتساوى ويتحقق القيد الثانى بالتباين . أى أن القيد الأول فى هذا الحل يصبح متساوية حيث تستنفد طاقة المورد الأول بالكامل ولا أكثر، أما القيد الثانى فيظل متباينة حيث ما يستنفد من المورد الثانى يبلغ ٨ وحدات والعتاح ٢٤، ويدهى أن $8 > 24$. كما أن الحل الثانى ممكن حيث يتحقق القيد الثانى بالتساوى، ويتحقق القيد الأول بالتباين . والحل الثالث ممكن حيث يتحقق القيدان كمتساويتان . وفى كل من الحلول الثلاثة نجد أن كل من $1س$ ، $2س$ \leq صفر . ولذلك فكل من الحلول الثلاثة يعتبر حلا ممكنا للنموذج الأولي .

أما الحلول الركنية الثلاثة للنموذج الثانى (بخلاف ما لانهاية) فهى (ضل المشكلة على رسم بيانى للتعرف على الحلول الركنية):

$$\begin{array}{lll}
 1س - 1 = 4 & 1س - 2 = \text{صفر} & 1س - 3 = 14 \\
 2س = \text{صفر} & 2س = 6 & 2س = 2
 \end{array}$$

ويلاحظ أن الحل الركنى الأول فى الثانى ممكن فى القيد الثانى بالتساوى وممكن فى القيد الأول بالتباين حيث : $2(4) + 1(\text{صفر}) = 8 < 6$. كما أن الحل الركنى الثانى

يمكن فى القيد الأول بالتساوى ويمكن فى القيد الثانى بالتباين حيث القيد الثانى :

$$١ (صفر) + (٦) ٣ = ١٨ < ٤٠$$

أما الحل الركنى الثالث فهو ممكن فى كل من القيدين بالتساوى حيث :

$$\text{القيد الأول : } ٢ (\frac{١٤}{٥}) + (\frac{٢}{٥}) ١ = ٦ = ٦ (١٠٢)$$

$$\text{القيد الثانى : } ١ (\frac{١٤}{٥}) + (\frac{٢}{٥}) ٣ = ٤ = ٤ (٢٠٢)$$

وحيث تتحدد الامكانية من واقم علاقات القيود فى كل نموذج ، فان المثالية تتحدد بدالة الهدف ، حيث من واقم دالة الهدف يتم المفاضلة بين كل الحلول الممكنة لتحديد أفضلها تحقيقا للهدف . ولا شك فى ضرورة كون الحل الأمثل أحد الحلول الممكنة ، غير أنه يتميز عن باقى الحلول فى أنه يحقق الهدف المرغوب على أفضل صورة ممكنة ، ولذلك يسمى حلا أمثلا . وكقاعدة عامة فلن يوجد لأية مشكلة حلا مثاليا ما لم يتواجد لها أولا حلا واحدا ممكنا على الأقل . فإذا لم يتواجد للمشكلة حلا ممكنا فليس لها حل على الإطلاق .

ولتوضيح دور دالة الهدف فى اختيار الحل الأمثل من بين الحلول الممكنة وتوضيح مغزى نص مبدأ الثنائية تقوم بحساب قيمة دالة الهدف لكل الحلول الممكنة لكل من النموذجين ، حيث :

للمنموذج الثانى :

للمنموذج الأولى :

الحل	قيمة ع	الحل	قيمة ت
١- (س _١ = ٨ ، س _٢ = صفر)	٤٨	١- (س _١ = ٤ ، س _٢ = صفر)	٦٤
٢- (س _١ = صفر ، س _٢ = ٨)	٣٢	٢- (س _١ = صفر ، س _٢ = ٦)	١٤٤
٣- (س _١ = $\frac{٢٤}{٥}$ ، س _٢ = $\frac{٣٢}{٥}$)	$٥٤ \frac{٢}{٥}$	٣- (س _١ = $\frac{١٤}{٥}$ ، س _٢ = $\frac{٢}{٥}$)	$٥٤ \frac{٢}{٥}$

ولما كانت دالة الهدف فى النموذج الأولى تتطلب تقصية (ع) ، فان أقصى قيمة تتحقق لها فى الحل الركنى الممكن الثالث . أما دالة الهدف فى النموذج الثانى فتتطلب تدنية (ت) ويتحقق لها أدنى قيمة فى الحل الركنى الممكن الثالث . لاحظ أن النموذجين يتفقان معا فى تحقيق نفس القيمة لدالة الهدف فقط عند الحل الممكن

المثالي . كما أنهما للوصول الى هذا الحل يتجهان وجهتين متضادتين ، فقيمة دالة الهدف في التقصية تتجه الى القيمة الأعلى بينما دالالهدف في التدنية تتجه نحو القيمة الأدنى ، ويتحقق الحل الأمثل عندما تتساوى القيمتان .

واذا رجعنا للنص (أ) من مبدأ الثنائية ، لوجدنا أنه يتطلب وجود حل ممكن للنموذج الأولي ووجود حل ممكن للنموذج الثنائي ، ليتحقق الحل الأمثل لكل من النموذجين . وحيث أن الامكانية تتحدد من واقع علاقات القيود ، وحيث أن قيود الثنائي تعبر عن الهدف في الأولي والعكس ، فهذا يعنى أن وجود حل ممكن في الأولي يحقق علاقات القيود في الأولي ودالالهدف في الثنائي ، كما أن وجود حل ممكن في الثنائي يحقق علاقات القيود في الثنائي ، ودالالهدف في الأولي ، ومادامت علاقات القيود ودالالهدف قابلة للتحقق فلا بد وأن يتواجد للمشكلة حلاً أمثلاً من بين الحلول الممكنة . ومن الطبيعي أن يلزم تساوى قيمة دالالهدف في النموذجين لتحقيق المثالية .

أما النص (ب) فهو يعنى أن وجود حل أمثل محدود لأحد النموذجين يؤدي بالتبعية الى وجود حل أمثل معادل للنموذج الآخر . وتبرز أهمية هذا المبدأ في أنه يصبح من غير الضروري حل كل من النموذجين للوصول الى نتائج كل منهما ، بل يكفي حل أحدهما للتعرف على نتائج الآخر ، مادام الحل الممكن لهذا النموذج هو الحل الأمثل ، ويتضمن قيمة محددة لدالالهدف .

٣-٤- الثنائية والقيمة الاقتصادية للموارد النادرة :

إذا كان النموذج الأولي يهدف الى تعصية حصيلة الأرباح المباشرة ، وكانت القيود الموضوعية تعبر عن هيكل الندرة النسبية للموارد المتاحة لانتاج تشكيلة المنتجات المرغوبة ، فعادة ما يطلق على متغيرات النموذج الثنائي المقابل اصطلاح "أسعار ظل الموارد النادرة" . وتعتبر أسعار الظل من وجهة النظر الاقتصادية بمثابة مؤشرات عن القيمة الاقتصادية للوحدة من كل من الموارد النادرة . الا أننا نود أن نوضح هنا أن أسعار الظل التي تنتج عن نموذج البرمجة الخطية هي أسعار محتسبة في ضوء هيكل الندرة النسبية المفروضة على المشكلة ، ولا تعكس هيكل الندرة النسبية العامة لهذه الموارد . فهي مشتقة من الربحية المباشرة لتشكيلة المنتجات المرغوب انتاجها ،

فى ظل هيكل الندرة النسبية للموارد المتاحة للوحدة الاقتصادية ، والتي تكون ثابتة المقدار أو القدرة فى الفترة القصيرة . وعادة ما لا يتفق هيكل الندرة النسبية للموارد المتاحة للوحدة الاقتصادية داخليا مع هيكل الندرة النسبية لهذه الموارد فى السوق بصفة عامة . والواقع أنه يمكن أن يوجد لمورد معين لدى الوحدة الاقتصادية سعر ظل محتسب موجب ، ويكون لهذا المورد فى السوق سعر يقل عن سعر الظل كثيرا ، بينما لا يمكن للوحدة الحصول عليه بهذا السعر (الطاقة الكهربائية التى قد تضطر الوحدة لتوليدها داخليا لعدم وصول خطوط الطاقة إليها بالمقارنة بسعر وحدة الطاقة الكهربائية فى السوق) . كما أن اختلاف تشكيلة المنتجات المرغوب إنتاجها بنفس الموارد من وحدة اقتصادية إلى أخرى ، ومن ثم اختلاف الربحية المباشرة على هذه المنتجات ، يؤدى إلى اختلاف أسعار الظل المحتسبة لنفس الموارد بين الوحدات الاقتصادية المختلفة .

ولا يعنى ما تقدم عدم أهمية أسعار الظل المحتسبة نتاج نماذج البرمجة الخطية . فأهميتها لا شك فيها فى أنها توضح لإدارة الوحدة الاقتصادية الحد الأقصى للتكلفة البديلة التى يمكن للإدارة أن تضحي بها فى سبيل الحصول على وحدة إضافية من الموارد النادرة ، فى ظل هيكل الندرة القائم وتشكيلة المنتجات المرغوبة . وقد سبق أن أوضحنا ذلك بصدور تفسير بيانات صف المؤشرات فى الحل الأمثل لمشكلة تقصية أرباح ومشكلة تدنية تكاليف . ويزداد ذلك وضوحا من التفرعة التالية ،

٣-٤-١ . التكلفة البديلة والربحية المباشرة لوحدة الموارد النادرة فى مراكز الاختناق :

عندما يتم إنتاج مجموعة من المنتجات بمجموعة من الموارد النادرة ، فإن كل منتج من المنتجات يكون له ربحية مباشرة تختلف فى العادة من ربحية المنتجات الأخرى ، كما يكون له احتياجات من كل مورد تختلف عن احتياجات المنتجات الأخرى . ذلك لأنه لو اتحدت الربحية المباشرة على كل المنتجات ، وتساوت احتياجاتها من كل الموارد لا عتبرت كلها بمثابة بدائل كاملة ، أو كأنها منتج واحد مختلف التسميات . ولنفرض مثلا أن لدينا منتجين س_١ ، س_٢ متساويان فى الربحية المباشرة على الوحدة ، ولتكن ٤ جنيه للوحدة من كل . ويتم إنتاج المنتجين بموردتين ، حيث تحتاج الوحدة

من كل من المنتجين الى ساعتين من طاقة المورد الأول ، وساعة واحدة من طاقة المورد الثانى . ولنفترض أن طاقة المورد الأول ١٥٠ ساعة وطاقة الثانى ١٠٠ ساعة .
فنجد طبقا لذلك أن العلاقات بين المنتجين والموردين تكون كالآتى :

المنتجات	س _١	س _٢	الصاح من المورد
الموارد م _١	٢	٢	١٥٠
م _٢	١	١	١٠٠
الربحية المباشرة لوحدة المنتج	٤	٤	٠

وإذا نظرنا للمورد الأول م_١ لوجدنا أنه يمكن من انتاج ٧٥ وحدة من س_١ أو ٧٥ وحدة من س_٢ أو أى مزيج بينهما بنسبة ١ : ١ حيث احتياجات كل منهما مساوية لاحتياجات الآخر . بينما يمكن بالمورد الثانى م_٢ انتاج ١٠٠ وحدة من س_١ أو ١٠٠ وحدة من س_٢ أو أى مزيج منها بنسبة ١ : ١ لتساوى احتياجاتهما أيضا . وبذلك يكون الحد الأقصى لانتاج أى منها ، أو المزيج ، مساويا ٧٥ وحدة ، مساويا طاقة المورد الأول . وحيث أن الربحية المباشرة لكل من المنتجين متساوية ، فإن انتاج س_١ أو س_٢ أو كلاهما بطاقة المورد الأول سوف يؤدى الى تحقيق نفس الحصلة من الارباح المباشرة وحيث أن طاقة المورد الأول هى المحدد للحد الأقصى للوحدات الممكن انتاجها من س_١ ، فيطلق على هذا المورد مركزا اختناق المنتج س_١ وهو أيضا مركزا اختناق المنتج س_٢ فى المثال الجارى . وإذا اشتركت كل المنتجات فى مركزا اختناق واحد ، فإن باقى الموارد يظل بها طاقة ماطلة ، أو تسمى باقى القيود قيود زائدة أو غير فعالة . فالقيد الفعال فى مثالنا الجارى هو قيد المورد الأول فى كلا المنتجين ، بينما قيد المورد الثانى غير فعال فى أى من المنتجين . وحيث اشتركت كل المنتجات فى نفس مركز الاختناق وتساوت احتياجاتها منه وتساوت الربحية المباشرة على كل منها ، فإنه يستوى انتاج أى منها أو أى مزيج منها من حيث حصلة الربحية المباشرة . ولا مجال للتفضيل بينهما بهذا المعيار .

ولنقم الآن بقسمة الربحية المباشرة لوحدة كل من المنتجين على معاملات الاستخدام من كل من الموردين لنحصل على ما يسمى بالربحية المباشرة لوحدات الطاقة من الموارد

الملاحظة • ويعد هذا المعيار مفيداً في المقاضلة بين المنتجات في بعض الحالات
لاختيار تشكيلة الإنتاج المفضلة •
وباجراء ذلك لمثالنا الجارى نجد أن :

$${}^1\text{م} \begin{bmatrix} \textcircled{2} & \textcircled{1} \\ 4 & 4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{4}{2} & \frac{4}{2} \\ \frac{4}{1} & \frac{4}{1} \end{bmatrix} = \frac{\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}} = \begin{bmatrix} \text{مصفوفة الربحية المباشرة} \\ \text{لوحدات الطاقة} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ط} \\ \text{ر} \end{bmatrix}$$

وبلاحظ أن ربحية وحدات الطاقة في كل من الموردین متساوية في كل من
المنتجين • وحيث م ٢ زائد عن الحاجة بصرف النظر عن التشكيلة الانتاجية الممكنة
فان م ١ هو مركز الاختناق المشترك بين المنتجين ، ويستوى فيه انتاج أى المنتجين •
(الدائرة تدل على موقع مركز اختناق كل منتج) •

ولنفرض حالة ثانية كالأولى بعاليه فيما عدا أن الوحدة من س_٢ تحتاج ٣ وحدات
من م ١ بدلا من وحدتين • فتكون :

$${}^1\text{م} \begin{bmatrix} \textcircled{1\frac{1}{3}} & \textcircled{2} \\ 4 & 4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{4}{\frac{4}{3}} & \frac{4}{2} \\ \frac{4}{1} & \frac{4}{1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ط} \\ \text{ر} \end{bmatrix}$$

ولعله من الواضح في هذه الحالة أن التخصيص في انتاج س_١ يصبح السياسة المفضلة
ذلك لأن الربحية المباشرة على وحدة الطاقة في مركز الاختناق المشترك أفضل في س_١
عنها في س_٢ • والواقع أن التخصيص في س_١ يؤدي الى حصيلة أرباح مباشرة قدرها
٣٠٠ جنيه (٧٥ وحدة من س_١ × ٤ جنيه ، أو ١٥٠ ساعة في المورد الأول × ٢
جنيه) بينما التخصيص في س_٢ يحقق ٢٠٠ جنيه (٥٠ وحدة من س_٢ × ٤ جنيه ،
أو ١٥٠ ساعة في م ١ × ١ جنيه) • وبلاحظ أن انتاج وحدة واحدة من س_٢ يؤدي
الى ضرورة تخفيض انتاج س_١ بمقدار ١/٣ وحدة بما يؤدي الى خفض حصيلة الأرباح
المباشرة بمقدار ٢ جنيه • كما يلاحظ أيضا أن تخصيص ساعة واحدة من م ١ لانتاج
س_٢ بدلا من س_١ يؤدي الى انتاج ١/٣ وحدة من س_٢ مقابل خفض انتاج س_١ بنصف
وحدة ، ومن ثم خفض حصيلة الأرباح المباشرة بمقدار ١/٣ جنيه • فالتخصيص في س_١ هو

اذن السياسة المفضلة في ظل هذه الظروف .

ولنفترض كحالة ثالثة أن الربحية المباشرة على س_١ ، س_٢ مازالت متساوية ، وأن الطاقة المتاحة من كل من المورد ين مازالت ١٥٠ ، ١٠٠ على التوالي ، بينما استخدامات المنتجات من الموارد [أ] كانت كالآتي :

$$\begin{array}{c} \text{النسب} \\ \text{س}^1 \quad \text{س}^2 \\ 150 \quad 100 \\ 25 \quad 75 \end{array} \left[\begin{array}{c} \text{ب} \\ 150 \\ 100 \end{array} \right] = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 4 \end{bmatrix} = [أ]$$

وبالتالي تكون [ط_١] كالآتي :

$$\begin{array}{c} \text{س}^1 \quad \text{س}^2 \\ 4 \quad 2 \\ 1 \quad 4 \end{array} \left[\begin{array}{c} \text{م}^1 \\ \text{م}^2 \end{array} \right] = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 1 & 4 \end{bmatrix} = [ط_1]$$

وبلاحظ أولا في هذه الحالة أن مركزا ختناق س_٢ مازال م ١ بينما أصبح مركزا ختناق س_١ هو م ٢ . فمازال الحد الأقصى لعدد وحدات س_٢ = ٧٥ وحدة كما تتحدد بالمورد م ١ بينما انخفض الحد الأقصى لعدد وحدات س_١ الى ٢٥ وحدة بطاقة المورد م ٢ . وقد أصبح القيد الأول فعلا بالنسبة للمنتج س_٢ ، كما أصبح القيد الثاني فعلا في س_١ . وقد يبدو لأول وهلة أن التخصص في س_٢ يصبح هو السياسة المفضلة حيث ربحية م ١ في انتاج س_٢ تبلغ ضعف ربحية م ٢ في انتاج س_١ ، مع تساوى س_١ وس_٢ في الربحية . غير أن ذلك لا يرد صحيحا في هذه الحالة . فالربحية المباشرة على وحدات الطاقة في مراكز الاختناق تكون مؤشرا مفيدا اذا ما اشتركت كل المنتجات في مركزا ختناق واحد . أما اذا اختلفت مراكز الاختناق بين المنتجات فيصبح من الضروري البحث عن معيار آخر لتحديد تشكيلة الانتاج المفضلة حيث لا تكفى الربحية المباشرة لوحدات الطاقة في مراكز الاختناق كمؤشر لاختيار تلك التشكيلة . ولتبين ذلك جليا من تفحص الحلول المركبة الثلاثة لهذه الحالة وقيمة دالة الهدف في كل ، حيث تكون كالآتي :

الحل	تشكيلة الانتاج	قيمة دالة الهدف
١- التخصيص في س _١	س _١ = ٢٥ ، س _٢ = صفر	١٠٠ جنيهه
٢- التخصيص في س _٢	س _١ = صفر ، س _٢ = ٧٥	٣٠٠ جنيهه
٣- عدم التخصيص	س _١ = $\frac{٥٠}{٧}$ ، س _٢ = $\frac{٥٠٠}{٧}$	$٣١٤ \frac{٢}{٧}$ جنيهه

ويتضح من تفحص هذه الحلول الركبية أن الحل الثالث هو الأمثل . ولا يمكن أن يتحدد ذلك عن طريق الربحية المباشرة للمنتجين وحدها ولا عن طريق الربحية المباشرة على وحدات الطاقة في مراكز الاختناق وحدها ، بل يقتض الأمر تفحص كل الحلول الممكنة والمفاضلة بينها بتقييم دالة الهدف ككل . وتنطوي دالة الهدف على الربحية المباشرة للمنتجات كما هو متعارف على التشكيلة الانتاجية موضوع التقييم ، كنتاج تفاعل علاقات الموارد بالمنتجات في ظل الكميات المتاحة من كل مورد ، كمفغيرات .

ومن تفاعل هذه العلاقات الاخيرة والربحية المباشرة على تشكيلة الانتاج المثالية تنتج أسعار الظل المحتسبة على وحدة الطاقة من الموارد النادرة . وتكون هذه الأسعار في الحل الركني الثالث الأمثل لثنائي النموذج بعاليه (جبرياً أو بطريقة السمبلكس لأي من الأولى أو الثنائى) كالآتى :

— للوحدة من المورد الأول ص_١ = $\frac{١٢}{٧}$ ، وقيمة م = $١٥٠ \times \frac{١٢}{٧} = ٢٥٧ \frac{١}{٧}$ جنيهه

— للوحدة من المورد الثانى ص_٢ = $\frac{٤}{٧}$ ، وقيمة م = $١٠٠ \times \frac{٤}{٧} = ٥٧ \frac{١}{٧}$ جنيهه

— وقيمة دالة الهدف في الثنائى = القيمة المحتسبة للموارد = $٣١٤ \frac{٢}{٧}$ جنيهه

وتمثل أسعار الظل المحتسبة التكلفة البديلة لاستغلال الموارد النادرة فى استخدامهما الحالى فى برنامج الانتاج الأمثل بدلا من اتاحتها لاستخدامات أخرى فى حالة وجودها . ويعتبر بديل ترك هذه الموارد عاطلة من البدائل الأخرى المتاحة . وتشتق أسعار الظل من تفاعل الربحية المباشرة للمنتجات مع معاملات الاحلال الحدى للموارد بالمنتجات كما سبق وأوضحنا ومن ثم فهى تتأثر بما يطرأ من اختلافات على هيكل الربحية المباشرة للمنتجات وعلى هيكل استخدامات المنتجات من الموارد .

ففي الحالة الثانية عندما كان هيكل الاستخدامات بالمقارنة بهيكل الربحية المباشرة على المنتجات يقتضى التخصص في س_١ نجد أن سعر ظل الوحدة من م_١، أى ص_١ = ٢ جنيه بينما ص_٢ = صفر = سعر ظل الوحدة من م_٢ ٠ وعندما اختلف هيكل الاستخدامات في الحالة الثالثة مع بقاء هيكل الربحية المباشرة للمنتجات كما هو عليه اختلفت أسعار الظل لتصبح ص_١ = $\frac{12}{7}$ ، ص_٢ = $\frac{4}{7}$.

ولو فرضنا مثلاً أن ربحية س_١ أصبحت ٦ جنيه للوحدة بينما بقيت س_٢ على حالها ومع بقاء هيكل الاستخدامات كما في الحالة الثالثة ، فسوف نجد أن :

$$\begin{matrix} ١ \text{ م} & ٢ \text{ م} \\ \begin{bmatrix} ٢ & ٦ \\ ٤ & ٣ \end{bmatrix} \end{matrix} \begin{matrix} ١ \text{ س} \\ ٢ \text{ س} \end{matrix} = \begin{bmatrix} \frac{6}{7} & \frac{1}{7} \\ \frac{4}{7} & \frac{3}{7} \end{bmatrix} = (\text{ط})$$

وتظل الحلول الركنية الثلاثة كما هي في الحالة الثالثة بالنسبة لقيم س_١ ، س_٢ ، أما دالة الهدف فتصبح قيمتها ١٥٠ جنيه في الحل الأول ، ٣٠٠ جنيه في الحل الثاني $\frac{6}{7}$ ٣٢٨ جنيه في الحل الثالث . ويترتب على هذا التغيير في هيكل ربحية المنتجين (٦ الى ٤ بعد أن كان ٤ الى ٤) الى تغيير أسعار الظل لتصبح : ص_١ = $\frac{1}{7}$ ، ص_٢ = $\frac{8}{7}$. (عليك بالتحقق من ذلك بحل الثنائي كتمرين) وبالتالي فقد أدى التغيير في هيكل الربحية المباشرة للمنتجات الى تغيير هيكل أسعار الظل المحتسبة على الموارد النادرة . وذلك رغم أن التشكيلة المثالية ظلت كما هي عليه بالنسبة للمنتجات .

ونستطيع بناءً على ما تقدم أن نصل الى النتائج التالية :

١- اذا كان النموذج الأولي يهدف الى تقصية حصيله لارباح المباشرة فان متغيرات الثنائي تمثل أسعار الظل المحتسبة للموارد النادرة في ضوء هيكل ندرتها النسبية الداخلية وهيكل استخدام المنتجات منها وهيكل الربحية المباشرة للمنتجات . وتعتبر هذه الاسعار بمثابة مؤشرات عن التكلفة البديلة لوحدة الموارد في استخداماتها الداخلى الحالى .

٢- يؤدي تغيير هيكل الاستخدامات مع بقاء العوامل الأخرى على حالها الى تغيير

هيكل أسعار الظل المحتسبة ومن ثم قيم المتغيرات الأساسية في الحل الأمثل للنموذج الثنائي .

٣- يؤدي تغير هيكل الربحية المباشرة للمنتجات مع بقاء العوامل الأخرى على حالها الى تغير هيكل أسعار الظل المحتسبة ، ومن ثم قيم المتغيرات الأساسية في الحل الأمثل للثنائي .

٤- ليس من الضروري أن تتغير قيم المتغيرات الأساسية في الحل الأمثل للنموذج الأولي حتى تتغير قيم المتغيرات الأساسية في أمثل الثنائي .

٥- لاتصلح الربحية المباشرة لوحدة الطاقة في مراكز الاختناق كمعيار تفضيل كافى لاختبار تشكيلة الانتاج المفضلة ، لم تشترك كل المنتجات في مركز اختناق واحد .

٤- طريقة السمبلكس ومشكلة التحلل :

عادة ما يتم التوصل الى الحل الأمثل بطريقة السمبلكس في عدد من التكرارات لا يزيد عن عدد القيود الموضوعية . وبالتالي فيقال أن المشكلة متقاربة Convergent حيث يتم في عدد محدود من التكرارات التوصل للحل الأمثل . ويحدث في كل تكرار من التكرارات (الانتقال من حل أساسى الى الذى يليه) أن تتقدم دالة الهدف نحو القيمة المثالية . فاذا كانت المشكلة هي تعصية هدف معين ازدادت قيمة دالة الهدف كلما انتقلنا من تكرار الى آخر والعكس في حالة التدنية . وتسمى المشكلة ببناءً على ذلك متقاربة لأنها تقترب بقيمتها ففى كل تكرار الى الهدف المرغوب أكثر مما كانت عليه في سابقه .

ولكنه يحدث في بعض الاحيان ، عند الانتقال من حل أساسى الى الحـل الأساسى الذى يليه أن يتخذ متغير (أو أكثر) في الحل الأساسى الجديد قيمة صفرية . ويتم ذلك عند ما يتساوى أكثر من صف في قيمة أهفر النسب الموجبة عند اختيار صف البؤرة لتحديد المتغير الواجب استبعاده من الحل الأساسى القائم مقابل اضافة المتغير الجديد في الحل الأساسى الجديد . فاذا تساوى صفين (أو أكثر) في قيمة أقل النسب الموجبة ، فان اختيار أحدهما كصف للبؤرة يؤدي في الحل الأساسى

الجديد أن يتخذ المتغير الاساسى فى الصف الآخر قيمة صفرية . واذا لم يكن الحل الاساسى الجديد هو الأمثل ، وكان المتغير المرغوب اضافته فى التكرار التالى يشترك مع المتغير الاساسى الذى يتخذ قيمة صفرية فى الحل الاساسى الحالى بمعامل احلال موجب ، فان هذا يعنى أن المتغير المرغوب اضافته سوف يحل محل هذا المتغير فى التكرار التالى بقيمة صفرية فى المتغيرات الأساسية ، دون تحسن فى دالة الهدف . ويقال أن المشكلة فى هذه الحالة مشكلة متحللة Degenerate أو دارة Cycling . ذلك لأن هذه العملية ، عملية اضافة متغير جديد يتخذ قيمة صفرية محل متغير اساسى يتخذ قيمة صفرية دون تحسن دالة الهدف ، يمكن أن تتكرر عددا كبيرا من المرات دون الوصول للحل الأمثل أى أن خطوات وقواعد السبيلكس يمكن أن تؤدي فى بعض الحالات الى الدوران فى حلقة مفرغة .

غير أنه اذا كان للمشكلة حل أمثل ممكن بخلاف الحل القائم ، عادة ما يترتب على هذا التكرار الذى لا يحقق التقارب لدالة الهدف تغيير فى معاملات الاحلال بين المتغيرات الأساسية وغير الأساسية ، بحيث يترتب على تكرار الدوران فى هذه الحلقة المفرغة العدد الكافى من المرات ، الخروج منها والتوصل الى الحل الأمثل . واذا أمكن ذلك فان التوصل الى الحل الأمثل قد يتحقق فى عدد من التكرارات يزيد كثيرا أو قليلا عن عدد القيود الموضوعية .

ولتوضيح ذلك نفترض : المشكلة التالية :

$$\begin{array}{l} \text{عظم } E = 3\frac{1}{2}S_1 + 2S_2 + 3S_3 + 4S_4 + 5S_5 \\ \text{فى ظل : } S_1 + 2S_2 + 3S_3 + 4S_4 + 5S_5 \geq 300 \\ (2) \quad S_2 + 2S_3 + 3S_4 + 4S_5 \geq 150 \\ S_1 + 2S_2 + 3S_3 + 4S_4 + 5S_5 \geq 750 \end{array}$$

كل S_i \geq صفر

(عليك أن تضع المشكلة فى جدول الحل الاساسى الأول واضافة المتغيرات العاطلة S_6, S_7, S_8 القيود الثلاثة على التوالى ودالة الهدف حتى تستطيع متابعة ما يلى ، قم بالانتقال من حل اساسى الى الذى يليه طبقا للتعليمات) .

الواقع فى عداد المستقبل عند اعداد الخطة • واذا كان الاختلاف بين الواقع الفعلى وما كان متوقعا عنه بينا فان ذلك ولا شك سوف يؤثر فى سلامة الخطة التى كانت موضوعة له • والمقصود بالاختلاف البين فى هذه الحالة هو ذلك الذى يؤثر فى جوهر النتائج بصرف النظر عن مقدار أو قيمة هذا التأثير • واذا حدث مثل هذا الاختلاف فى معاملات أو مؤشرات نموذج البرمجة الخطية فان ذلك قد يؤدى الى عدم استمرار مثالية الحل الذى كان قد تم وضع الخطة على أساسه •

ولا يؤدى كل ما يحدث من اختلاف فى الواقع عن المتوقع الى البعد عن الحل الأمثل • فقد تحدث اختلافات ، قد تكون كبيرة فى بعض الأحيان ، دون تأثير على تشكيلة الانتاج المثالية مثلا • كما قد تحدث اختلافات ضئيلة من حيث القيمة أو المقدار وتؤدى الى التأثير على هذه التشكيلة • ويصبح من المفيد فى ظل هذه الظروف التعرف مسبقا على مدى الاختلافات التى يمكن أن تحدث دون تأثير على مثالية الحل الذى تم التخطيط على أساسه ، فاذا زادت الاختلافات عن ذلك المدى أصبح من الواجب مراجعة الخطة • ويتم ذلك فى البرمجة الخطية عن طريق تحليل الحساسية •

والمقصود بتحليل الحساسية هو تحديد المديات التى يمكن أن تتقلب أو تتغير فى حدودها معاملات وثوابت النموذج دون تأثير على قيم المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل • وسوف يتناول هذا البند عرض أسلوب تحليل الحساسية فى صورة مبسطة •

٥-١- الاختلاف فى معاملات دالة الهدف :

عادة ما تنطوى متغيرات دالة الهدف على تكاليف أو تضحيات أو على منافع أو أرباح • ويقوم نموذج البرمجة الخطية بتحديد تشكيلة المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل من هذه المتغيرات فى أحد جوانبه بالاسترشاد بمعاملات هذه المتغيرات فى دالة الهدف • وقد يرغب متخذ القرار فى التعرف على النتائج التى قد تترتب على اختلاف احد أو بعض هذه المعاملات على تشكيلة المتغيرات الأساسية المثالية ، لأن هذه المعاملات عادة ما تكون تقديرية كما سبق وذكرنا • ويجيب أسلوب تحليل الحساسية على هذا التساؤل عن طريق تحديد مديات التغير فى معاملات دالة الهدف والتى لا تؤثر فى هذه التشكيلة •

الأولى :

جنيه	جنيه
$\frac{٤٥}{٩}$	
$\frac{-١٤}{٩}$	
	$\frac{٣٥}{٩}$
	$\frac{٣٢}{٩}$
$(\frac{٦٧}{٩})$	
$(\frac{٨}{٩})$	

— صحيح أن الوحدة من س٣ تحقق أرباح مباشرة

— كما أن انتاجها يؤدي الى توفير امكانيات انتاج $\frac{٧}{٩}$ وحدة من س٤ تحقق $\frac{٧}{٩} \times ٢$

— الا أن ذلك يؤدي الى نقص س١ $\frac{١٠}{٩}$ وحدة كانت تحقق $\frac{١}{٩} \times ٣٥$

— كما تنقص س٣ بمقدار $\frac{١}{٩}$ وحدة كانت تحقق $\frac{١}{٩} \times ٤$

— لتكون جملة النقص

— ويكون صافي النقص في حيلة الارباح المترتبة على ذلك

أو الثانية :

٥	
	$\frac{٤٩}{٩}$
	$\frac{٤}{٩}$
$\frac{٥٣}{٩}$	
$\frac{٨}{٩}$	

— صحيح أن الوحدة من س٣ تحقق أرباح مباشرة :

الا أن انتاجها يحتاج الى :

$$٢ \text{ وحدة من المورد النادر الأول بسعر } \frac{٤٩}{١٨} = \frac{٤٩}{١٨} \times ٢ =$$

$$\text{بالإضافة الى وحدة من المورد الثاني بسعر } = \frac{٤}{٩} \times ١ = \frac{٤}{٩}$$

لتكون جملة تكلفة الموارد النادرة اللازمة لانتاج الوحدة

ويتحقق بذلك خسارة بواقع / للوحدة من س٣

وتعتمد الطريقة الأولى على معاملات الاحلال الحدى وربحية المنتجات فى الحل الأساسى ، وتعتمد الطريقة الثانية على أسعار ظل الموارد النادرة واحتياجات وحدة المنتج منها .

وحيث عرفنا سبب عدم انتاج س_٣ رغم أن الوحدة منها تحقق أرباح مباشرة قدرها ٥ جنيه ، فما هى الحدود التى يمكن فى مداها أن تتغير هذه الربحية دون أن تصبح س_٣ مرشحة للدخول فى تشكيلة الانتاج المثالية لتحل محل أحد المنتجات الأخرى؟ ويمكن الأجابة على هذا التساؤل بالمنطق أو طبقا لقواعد محددة .

فمن جهة المنطق يمكن القول أنه بما أن انتاج س_٣ يحقق خسائر بالنسبة لتشكيلة الانتاج المثالية القائمة قدرها $\frac{1}{9}$ جنيه للوحدة رغم أن الوحدة تحقق ربح مباشر قدره ٥ جنيه، فإن انخفاض هذا الربح الى الصفر أو الى -٥ سوف يؤدى الى زيادة الخسائر الناجمة عن س_٣ ومن ثم يتأكد عدم انتاجها . أما اذا ارتفعت الربحية المباشرة للوحدة من س_٣ فإن هذا الارتفاع لو أدى الى تغطية الخسائر وقدرها $\frac{1}{9}$ جنيه للوحدة وفاق ذلك لأصبحت س_٣ مربحة، أو بمعنى آخر فإن الزيادة فى ربحية س_٣ عما هى عليه بما يزيد ولو بقدر ضئيل جدا عن $\frac{1}{9}$ جنيه يؤدى الى أن تصبح س_٣ مربحة بهذا القدر الزائد عن $\frac{1}{9}$ جنيه ويصبح من الواجب احلالها محل أحد المنتجات الأخرى فى تشكيلة الانتاج القائمة .

أما من جهة القواعد المحددة ، فدعنا نعود الى الصيغة الأصلية للمشكلة فى البند الرابع . وإذا قمنا بصياغة النموذج الثنائى لهذه الصيغة لوجدنا أن قيود النموذج الثنائى المقابل للمتغير س_٣ يكون كما يأتى :

$$2ص_1 + 1ص_2 + 3ص_3 \leq 5 \quad (٢/٢)$$
 وإذا افترضنا أن ربحية س_٣ يمكن أن تتغير بمقدار $(\Delta ع_٣)$ ، لأصبح هذا القيد كالآتى/:

$$2ص_1 + 1ص_2 + 3ص_3 \leq 5 + \Delta ع_٣$$

ومن واقع صف المؤشرات فى جدول الحل الأمثل بعاليه نقوم بالتعويض عن قيمة ص_١ ، ص_٢ ، ص_٣ كالآتى :

$$\frac{1}{(2/2)} \Delta \pm 5 \leq \left(\frac{7}{18}\right) \text{ صفر} + \left(\frac{4}{9}\right) 1 + \left(\frac{49}{18}\right) 2$$

وبطرح ٥ من طرفى القيد نجد أن :

$$\Delta \pm 5 \leq \frac{45}{9} - \frac{53}{9}$$

$$\text{أى أن : } \frac{8}{9} \leq \Delta \leq -\infty$$

وكقاعدة عامة بالنسبة للمتغيرات الأصلية غير الأساسية فى نموذج التقصية يجب أن تنحصر التغيرات فى معاملات دال القالهدف بين :

$$[-\infty] \text{ و } [ع, \infty] \text{ أو } [ر, \infty] \text{ أى أن :}$$

$$[ع, \infty] \text{ أو } [ر, \infty] \leq \Delta \leq [ع, \infty]$$

(عليك باجرا تحليل معادل للمتغيرالأصلى غيرالاساسى س٥)

أما فيما يتعلق بالمتغيرات العاطلة فى نموذج التقصية فهى ترمز للطاقة العاطلة من الموارد النادرة المتاحة . ويفيد وجودها فى مجموعة المتغيرات غير الأساسية فى الحل الأمثل بأن طاقة الموارد التى ترتبط بها قد استغلت بالكامل ومن ثم يكون لها أسعار ظل محتسبة موجبة . ومن المنطقى أنه اذا وجدت لهذه الموارد فرض استغلال أخرى بديلة تؤدي الى تحقيق ربحية مباشرة على وحدة الموارد النادرة تقل عن سعر ظلها المحتسب فى برنامج الانتاج الأمثل فان ذلك يؤكد ضرورة استمرار استغلالها فى هذا البرنامج . أما اذا كانت الربحية المباشرة على وحدة المسسوارد النادرة فى هذه الفرصة البديلة تزيد عن سعر ظلها المحتسب فى برنامج الانتاج الأمثل فيصبح من الواجب تحويل الموارد لهذه الفرصة البديلة والتضحية باستغلالها فى برنامج الانتاج الحالى . ومعنى آخر فان ربحية المورد النادر يمكن أن تنخفض من الصفرالى - أو يمكن أن تزداد من الصفرالى ما لايزيد عن سعرالظل

المحتسب دون تأثير على تشكيلة الانتاج المثالية .

وبصفة عامة فيمكن القول أن صف المؤشرات في جدول الحل الأمثل يوضح القيم التي يمكن لمعاملات دالة الهدف أن تزداد بها (تقصية) أو تنقص بها (تدنيصة) بالنسبة للمتغيرات غير الأساسية دون تأثير على تشكيلة المتغيرات الأساسية المثالية . أما النقص في هذه المعاملات في حالة التقصية أو الزيادة فيها في حالة التدنيصة فيمكن أن تصل الى مالا نهاية دون تأثير على التشكيلة المثالية .

٥-١-٢- المتغيرات الأساسية :

بالنظر الى جدول الحل الأمثل بعاليه نجد أن s_1, s_2, s_3 متغيرات أساسية، أي أنها المنتجات التي تم انتاجها في تشكيلة الانتاج المثالية . ولنفترض مثلاً أن ربحية s_1 أي $c_1 = 2$ قد تغيرت بمقدار (Δc_1) . فيصبح المطلوب هو تحديد الحد الأقصى لمقدار (Δc_1) والذي يؤدي الى تغيير تشكيلة الانتاج المثالية . ولتحديد ذلك نقوم بالخطوات التالية :

١- لنرمز بالرمز $[L, R]$ ، حيث $R =$ رقم الصف الذي يقع فيه المتغير الاساسي المرفسوب اختبار حساسية العامل الخاص به في دالة الهدف للمتغيرات، و $L =$ رقم العمود ، لمعاملات الاحلال الحدى في جدول الحل الأمثل لهذا المتغير مع باقى المتغيرات . ويكون L و R للمتغير s_1 هو $L=1, R=3$ ، $L=2, R=3$ ، $L=3, R=3$ ، حيث يقع s_1 في الصف الثالث .

٢- لنرمز لصف المؤشرات في جدول الحل الأمثل بالرمز $[C - y_i]$.

٣- لنقوم بايجاد النسب بين $[C - y_i]$ و $[L, R]$ (مع التفاضل عن النسب التي يكون البسط أو المقام فيها مساوياً للصفر) .

ويكون نتاج هذه الخطوات بالنسبة للمتغير s_1 كالآتى :

$$\begin{array}{cccccc}
 \frac{١٤-١٥}{١٣} & , & \frac{٢٤-٢٥}{٢٣} & , & \frac{٣٤-٣٥}{٣٣} & , & \frac{٤٤-٤٥}{٤٣} & , & \frac{٥٤-٥٥}{٥٣} \\
 \frac{٧}{٩} + \frac{٨}{٩} & - & \frac{٧}{٩} & - & \frac{٨}{٩} & - & \frac{٧}{٩} & - & \frac{٨}{٩} \\
 \frac{١٤-١٥}{١٣} & , & \frac{٢٤-٢٥}{٢٣} & , & \frac{٣٤-٣٥}{٣٣} & , & \frac{٤٤-٤٥}{٤٣} & , & \frac{٥٤-٥٥}{٥٣} \\
 \frac{١}{٩} + \frac{٢}{٩} & - & \frac{١}{٩} & - & \frac{٢}{٩} & - & \frac{١}{٩} & - & \frac{٢}{٩} \\
 \frac{١٤-١٥}{١٣} & , & \frac{٢٤-٢٥}{٢٣} & , & \frac{٣٤-٣٥}{٣٣} & , & \frac{٤٤-٤٥}{٤٣} & , & \frac{٥٤-٥٥}{٥٣} \\
 \frac{١}{٩} + \frac{٢}{٩} & - & \frac{١}{٩} & - & \frac{٢}{٩} & - & \frac{١}{٩} & - & \frac{٢}{٩}
 \end{array}$$

٤- قم باختيار أقل النسب الموجبة لتمثل الحد الأقصى للزيادة وأكبر النسب السالبة جبريا لتمثل الحد الأقصى للنقص . ونجد أن أقل النسب الموجبة للمتغير س هي $\frac{٨}{٧}$ ، كما أن أكبر النسب السالبة هي $-\frac{٧}{٤}$ ، ومعنى ذلك أن ربحية س يمكن أن تزيد بمقدار لا يزيد عن $\frac{٨}{٧}$ جنيه ، وتقل بمقدار لا يزيد عن $\frac{٧}{٤}$ جنيه دون أن تتغير تشكيلة الانتاج المثالية . أي أن :

$$-\frac{٧}{٤} \leq \Delta \leq \frac{٨}{٧}$$

وحيث بدأنا بتطبيق القواعد في هذه الحالة يصبح من الواجب توضيح مغزاها المنطقي . فالمفروض أننا نعرف الآن أن تشكيلة المتغيرات المثالية تصبح غير مثالية لو تحولت أي قيمة من القيم في صف المؤشرات الى قيمة موجبة في حالها التقصية أو الى قيمة سالبة في حالها التدنيية (بالطريقة التي نتبعها وهي الشائعة) . ونعرف أيضا أننا نصل الى

القيم في صف المؤثرات عن طريق ضرب معاملات دالة الهدف للمتغيرات الأساسية في معاملات الاحلال الحدى في كل عمود من الاعمدة ، ثم نقوم بطرح حصيلة الضرب من ربحية المتغير في العمود . ويلزم في حالة التقصية أن تكون صافي مجموع حصيلة الضرب الموجبة تزيد عن أو تساوى ربحية المتغير في العمود حتى تكون القيمة في صف المؤثرات سالبة (والعكس في حالة التدنية) . وتؤدي زيادة ربحية متغير ما في الحل الأساسى الى زيادة هذه الحصيلة اذا كان معامل الاحلال موجبا كما تؤدي الى نقص حصيلة الضرب اذا كان معامل الاحلال سالبا . وبالتالي فان اقصى قيمة للزيادة يجب أن لا تزيد عما يجعل أى من القيم السالبة في صف المؤثرات مساوية للصفر والا تحولت بعد ذلك الى قيمة موجبة (في حالة التقصية) . ومن ثم يصبح الحد الأقصى للزيادة مشتقا من صف المؤثرات ذو القيم السالبة (في حالة التقصية) مقسوما على معاملات الاحلال السالبة المؤدية الى نقص صافي حصيلة الضرب الموجبة . وبقسمة هذه القيم السالبة في صف المؤثرات على معاملات الاحلال السالبة في صف المتغير الأساسى المعين نحصل على المتغيرات المختلفة التى تؤدي الى تحول قيم صف المؤثرات في أعمدة معاملات الاحلال السالبة الى قيم صفرية . وحيث يكفى أن تصبح قيمة واحدة في صف المؤثرات موجبة حتى تصبح تشكيلة المتغيرات الأساسية فير مثالية ، فاننا نختار أقل المتغيرات الموجبة لتمثل الحد الأقصى للزيادة . وينصوب عكس المنطق السابق على الحد الأقصى للنقص . (عليك الآن اختبار حساسية Δ ، Δ ، أى تحديد مديات التغير فيها ، أو قيمة Δ ، Δ ، Δ) .

ولا يعنى تحديد مديات التغير في معاملات دالة الهدف التى لا تؤثر على تشكيلة المتغيرات المثالية ، أن كل المعاملات يمكن أن تتغير في نفس الوقت فى حدود هذه المديات دون تأثير على التشكيلة . فالواقع أن العيب الرئيسى فى هذا التحليل أنه يفترض أن المتغيرات التى تحدث فى معامل دالة الهدف لمتغير أساسى أو غير أساسى تتم مع بقا العوامل الأخرى على حالها ، أى مع بقا المعاملات الأخرى فى دالة الهدف وكذلك معاملات وثوابت باقى النموذج على حالها . ويوجد عدد من الأساليب المتقدمة تمكن من إسقاط فرض بقا العوامل الأخرى على حالها ، وليس هنا متسع لتناولها

كما يراعى أنه ليس معنى تغير ربحية متغير معين دون تغير تشكيلة المتغيرات المثالية أن تبقى قيمة دالة الهدف على ما كانت عليه ، أو تبقى قيم صف المؤشرات على ما كانت عليه . فالواقع أن تغير معامل أى متغير من المتغيرات الأساسية فى دالة الهدف مع بقاء العوامل الأخرى على حالها ، سوف يؤدى بالضرورة الى تغير قيمة دالة الهدف وبعض أو كل القيم فى صف المؤشرات . ولكن المقصود ببقاء تشكيلة المتغيرات المثالية على ما هى عليه هو بقاء قيم المتغيرات فى الحل الأساسى الأمثل دون تغير مع تغير قيمة دالة الهدف بما يتبلا^{١٨}م مع ما حدث من تغيرات فى معامل المتغير المعين فى دالة الهدف .

٥-٢- التغير فى معاملات استخدام أو المعاملات الفنية :

يلزم التفرقة فى هذا المجال أيضا بين معاملات استخدام المتغيرات الأساسية ومعاملات استخدام المتغيرات غير الأساسية ،
فالتغير فى معامل استخدام متغير غير أساسى من مورد نادر بالزيادة يزيد من التكلفة المحتسبة لانتاج هذا المنتج ، وحيث أنه كان من غير الاقتصادى انتاجه بالتكلفة الأقل فيكون من غير المعقول انتاجه بالتكلفة الأعلى . فتغير معاملات استخدام المتغيرات غير الأساسية بالزيادة لا يؤدى اذن الى تغير تشكيلة الانتاج المثالية .

أما اذا كان التغير فى معامل استخدام متغير غير أساسى بالنقص ، فان مقدار النقص الذى لا يؤدى الى تغير تشكيلة الانتاج المثالية فيتوقف على سعر ظل المورد الذى نقص استخدام المنتج منه ومقدار النقص فى الاستخدام . فالمنتج س_٢ مثلاً فى مثالنا السابق كان يحتاج الى وحدتين من المورد الأول ووحدة واحدة من المورد الثانى . وقد ترتب على ذلك أن ربحيته المباشرة قلت عن تكلفته المحتسبة بمقدار $\frac{1}{4}$ جنيه ولذلك لم يدخل فى تشكيلة الانتاج المثالية . فما هو مقدار النقص فى استخدام س_٢ من المورد الأول والذى يجعل التكلفة المحتسبة لاستخدامات هذا المنتج مساوية لربحيته المباشرة ، أى الذى يؤدى الى أن $٢ = ٤ - ٢$ بحيث تكون $٢ - ٢ = ٠$ صفر . وحيث لدينا سعر ظل الوحدة من المورد الأول وهى $\frac{٤}{١}$ ، ولدينا زيادة التكلفة المحتسبة للمنتج س_٢ عن ربحيته المباشرة وهى $\frac{1}{4}$ والتس^{١٨}ى تمثل الخسائر التى تتحقق عند انتاج وحدة من هذا المنتج باستخداماته الحالية (وكلاهما من صف المؤشرات) ، فان

تلافى هذه الخسائر يستدعى انقاص استخداماته من المورد الأول بما يساوى هذه الخسائر . ويتم ذلك بقسمة الخسائر على سعر الظل المحتسب لوحدة المورد لمعرفة عدد وحدات الاستخدام الواجب انقاصها .

$$\text{أى : } \frac{8}{9} \div \frac{49}{18} = \frac{16}{49} \text{ وحدة من المورد الأول .}$$

فيعنى ذلك أنه لو نقصت استخدامات س_٣ من المورد الأول من وحدتين الى : ٢ - $\frac{16}{49} = \frac{82}{49}$ وحدة لتمكن هذا المنتج من تغطية تكلفته المحتسبة من ربحيته المباشرة دون إضافة الى حصة الارباح المباشرة المثالية ودون تخفيضها . أن يصبح فى وضع يستوى فيه انتاجه أو عدم انتاجه، أما اذا نقصت احتياجاته من المورد الأول بما يزيد عن $\frac{16}{49}$ فسوف يتحول الى منتج مربح ويلزم اضافته الى تشكيلة الانتاج . ولو نقصت احتياجاته بما يقل عن $\frac{16}{49}$ فسوف يظل غير قادر على تغطية تكلفته المحتسبة من ربحيته المباشرة ، ويتحتم عدم انتاجه .

وتكون القاعدة العامة اذن بالنسبة للمتغيرات غير الأساسية فى الحل الامثل أن :

أ - زيادة معامل استخدام المنتج من المورد لا يؤثر فى مثالية الحل الأساسى مهما بلغ مقدار الزيادة .

ب - نقص معامل استخدام المنتج من المورد يجب أن لا يزيد عما يؤدى الى تلافى الخسائر التى تتحقق بانتاج وحدة من المنتج منسوبة الى سعر ظل الوحدة من المورد ويكون الحد الأقصى للنقص مساويا :

قيمة صف المؤشرات فى عمود المنتج ÷ قيمة صف المؤشرات فى عمود المورد . ويمكن صياغة هذه القاعدة بصفة عامة من واقع الحل الأمثل للنموذج الثنائى كالاتى :

$$-\frac{C_j + \sum_{i=1}^m a_{ij}x_i}{a_{ij}} \geq 0 \quad \text{حيث } j \text{ هو رقم المتغير فى النموذج الأولى ، و } i \text{ هو رقم المتغير فى النموذج الثنائى}$$

حيث م = عدد المتغيرات الأصلية فى الثنائى وهى تساوى عدد قيود الأولى، حيث (و) تشير الى المتغير المعين فى النموذج الأولى ، وتشير الى رقم المتغير فى النموذج الثنائى (عليك بتحويل جدول الحل الأمثل فى البند ٥-١ الى صيغته الثنائية لتجد أن ص_١ تناظر ص_٦ ، وأن ص_٥ تناظر ص_٣) .

أما بالنسبة للمتغيرات الأساسية في الحل الأمثل فإن أى تغير في معامل استخدام أيها من مورد معين سوف يؤدي الى تغيير تشكيلة الانتاج المثالية، لو كان هذا المورد مستغلا بالكامل في برنامج الانتاج الأمثل ، وسواء كان التغير بالزيادة أو بالنقص . أما اذا كان المورد الذي تغير معامل استخدام المنتج منه به طاقة عاطلة ، فإن أى نقص في معامل الاستخدام سوف يؤدي الى زيادة الطاقة العاطلة بما يعادل مقدار النقص مضروباً في عدد وحدات المنتج في التشكيلة المثالية أما اذا كان التغير في معامل الاستخدام من المورد ذا الطاقة العاطلة بالزيادة فيلزم أن تكون الحصة الكلية للزيادة في حدود الطاقة العاطلة والا تغيرت تشكيلة الانتاج المثالية . ويتم حساب الحد الأقصى للزيادة في معامل الاستخدام بقسمة الطاقة العاطلة الظاهرة في الحل الأساسي على عدد وحدات المنتج الذي تغير معامل استخدامه كما تظهر في الحل الأساسي .

٥-٣- التغير في كميات الموارد المتاحة :

يؤدي التغير في كميات الموارد المتاحة الى ضرورة تغير قيمة تشكيلة المتغيرات الأساسية في الحل الأمثل . فلو كان التغير يتعلق بمورد عاطل فإن التغير الناتج في الحل الأساسي سوف ينصب على مقدار الطاقة العاطلة في هذا المورد ، ما لم يكون التغير بالنقص بما يزيد عما يستنفد الطاقة العاطلة . فاذا حدث ونقصت كمية المورد العاطل بما يزيد عن الطاقة العاطلة فسوف يؤدي ذلك الى تغيير تشكيلة المتغيرات الأساسية الأخرى . أما الزيادة في طاقة المورد العاطل فسوف تؤدي الى زيادة الطاقة العاطلة .

ويمكن حساب قيم المتغيرات الأساسية في الحل الأمثل الجديد نتيجة تغير كمية المتاح من مورد معين بالاستعانة بمعاملات الاحلال الحدى في جدول الحل الأمثل الأخير . ولتوضيح ذلك نلاحظ أن مصفوفة معاملات الاحلال الحدى بين الموارد الثلاثة والمنتجات الثلاثة كما في جدول الحل الأمثل في البند ٥-١ هي كالآتي :

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{4}{9} - & \frac{7}{9} \\ \frac{1}{9} - & \frac{4}{9} & \frac{2}{9} \\ \frac{2}{9} & \frac{1}{9} & \frac{4}{9} - \end{bmatrix} = [A]^{*R}$$

ونلاحظ أيضا أن حاصل ضرب هذه المصفوفة في العمود [ب] في جدول الحل الاساسي الأول ينتج قيمة المتغيرات في الأساس الأمثل كالآتي :

$$[S]^{*} = \begin{bmatrix} 250 \\ 50 \\ 50 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 300 \\ 150 \\ 750 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{4}{9} - & \frac{7}{9} \\ \frac{1}{9} - & \frac{4}{9} & \frac{2}{9} \\ \frac{2}{9} & \frac{1}{9} & \frac{4}{9} - \end{bmatrix} = [B] \times [A]^{*R}$$

ولو فرضنا أن المتاحة من المورد الأول قد ازداد بمقدار ١٠ وحدات مثلا، فإن الحل الأمثل الجديد يكون :

$$[S]^{*} = \begin{bmatrix} 257 \frac{7}{9} \\ 52 \frac{2}{9} \\ 45 \frac{5}{9} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 310 \\ 150 \\ 750 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{4}{9} - & \frac{7}{9} \\ \frac{1}{9} - & \frac{4}{9} & \frac{2}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{4}{9} - \end{bmatrix} = [B] \times [A]^{*R}$$

وبالطبع يتم حساب ربحية الحل الأساس الأمثل الجديد بضرب [س] * [ع] .

غير أن هذا الاجراء لا يمكن اتباعه دون قيود ، فقد يترتب على تغير الكمية المتاحة من مورد معين ضرورة تحول متغير أساسى الى متغير غير أساسى أو العكس . ومن ثم يصبح من المفيد معرفة حدود التغيرات في كميات الموارد المتاحة ، والتي لا تؤدي الى تحول أى من المتغيرات الأساسية الى متغيرات غير أساسية . وفي ضوء هذه الحدود يتم حساب قيم متغيرات الحل الأساس الجديد بالطريقة بعاليه .

أما إذا كانت التغيرات خارج هذه الحدود فإنه سوف يتطلب الأمر ضرورة التوصل الى حل أساسى جديد بطريقة السمبلكس مبتدئين من الحل القائم الذى يعاد حسابه بالطريقة بعاليه ، والذى نجد أنه لا يستوفى شرط عدم السالبية . ولنفرض لتوضيح ذلك أن كمية المتاح من المورد الأول قد زادت بمقدار ١١٥ وحدة لتصبح ٤١٥ وحدة طاقة . وبالطريقة السابقة نجد أن :

$$[A] \times [B] = [C] \quad \text{أو} \quad [A] \times [B] = [C]$$

$$\begin{bmatrix} 229 & 6 \\ 75 & 9 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 415 \\ 150 \\ 750 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/9 & 6/9 & 7/9 \\ 1/9 & 6/9 & 2/9 \\ 2/9 & 1/9 & 6/9 \end{bmatrix}$$

حيث يتضح أن س٤ أصبح يتخذ قيمة سالبة = $1/9$. وهذا بالطبع غير جائز ويصبح من اللازم استبعاد س٤ وإحلاله بمتغير جديد حتى يصبح الحل ممكناً . والواقع أن أقصى زيادة فى المورد الأول ، والتي لا تؤدي الى خروج س٤ من الحل الأساسى تعادل ($50 \pm 6/9$) ، أى تساوى $112 \frac{2}{3}$ وحدة . لاحظ أن الـ ٥٠ هى قيمة س٤ فى الحل الأمثل ، وأن الـ $6/9$ تمثل معامل الإحلال الحدى السالب فى صف س٤ وعمود المورد الأول .

وكقاعدة عامة فإن الحد الأقصى للتغيرات فى كمية الموارد المتاحة والتي لا تؤدي الى خروج أحد المتغيرات الأساسية من الحل الأساسى الأمثل تتحدد بالآتى :

الحد الأقصى للزيادة = أقل القيم الموجبة من

أى ΔB^+ = أقل القيم الموجبة من

الحد الأقصى للنقص = أكبر القيم السالبة من

أى ΔB^-

— قيمة المتغيرات فى الحل الأساسى الأمثل —

معاملات الإحلال الحدى السالبة فى عمود المورد

س٤ ، على ر

س٤ ، على ر

وتكون هذه الحدود للمشكلة فى جدول الحل الأمثل فى البند (٥-١) كالآتى :

$$\begin{aligned} (-٥٠ - \frac{9}{4} = ١١٢\%) \leq \Delta \text{ ب } ١ \leq \text{أكبر} (-٢٥٠ \times \frac{9}{4} \text{ أو } -٥٠ \times \frac{9}{4}) \\ \text{أى : } ١١٢\% \leq \Delta \text{ ب } ١ \leq -٢٢٥ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (-٢٥٠ \times \frac{9}{4} = ٥٦٢\%) \leq \Delta \text{ ب } ٢ \leq \text{أكبر} (-٥٠ \times \frac{9}{4} \text{ أو } -٥٠ \times \frac{9}{4}) \\ \text{أى : } ٥٦٢\% \leq \Delta \text{ ب } ٢ \leq -١١٢\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (-٥٠ \times \frac{9}{4} = ٤٥٠) \leq \Delta \text{ ب } ٣ \leq \text{أكبر} (-٢٥٠ \times \frac{9}{4} \text{ أو } -٥٠ \times \frac{9}{4}) \\ \text{أى : } ٤٥٠ \leq \Delta \text{ ب } ٣ \leq -٢٢٥ \end{aligned}$$

وترتبطا على ذلك تكون مديات التغير فى كميات الموارد المتاحة ، والتي لا تؤثر الى خروج أى من المتغيرات الأساسية من الحل الأساسى الأمثل (رغم تغير قيمة هذه المتغيرات فى الحل الأمثل وبالضرورة كما سبق وبيننا) تكون كالآتى :

$$\begin{aligned} ٢٥٠ = ٢٢٥ - ٣٠٠ < \Delta \text{ ب } ١ < ١٨٢\% = ١١٢\% + ٣٠٠ \\ ٣٧\% = ١١٢\% - ١٥٠ < \Delta \text{ ب } ٢ < ٧١٢\% = ٥٦٢\% + ١٥٠ \\ ٥٢.٥ = ٢٢٥ - ٧٥٠ < \Delta \text{ ب } ٣ < ١٢٠٠ = ٤٥٠ + ٧٥٠ \end{aligned}$$

فإذا تمت التغيرات فى هذه الحدود فيمكن الحصول على الحل الأمثل الجديد بضرب مصفوفة معاملات الاحلال الحدى [أ]* فى العمود [ب] الجديد .

ويراعى أيضا أن هذا التحليل يحدث بالنسبة لكل مورد بصفة مستقلة ومع بقية كميات الموارد الأخرى وكل العوامل الأخرى على حالها .

أسئلة وتمارين الفصل

أولاً : الأسئلة :

السؤال الأول : ميز بين كل زوج مما يأتي :

- ١- مصفوفة الكميات ومصفوفة معاملات الاحلال الحدى ، ٢- مصفوفة معاملات الاستخدام المباشرة ، ومصفوفة الاحتياجات الكلية من الموارد النادرة ، ٣- مصفوفة الكميات الكلية ومصفوفة المعاملات الفنية ، ٤- المتغير (و) في النموذج الأولي والمتغير المقابل (م + و) في النموذج الثنائي ، ٥- سعر الظل المحتسب للمورد النادر وسعر السوق لنفس المورد ، ٦- وجود قيمة صفيرية في صف المؤشرات ووجود قيمة صفيرية في العمود (ب) ، ٧- وجود قيمة سالبة في صف المؤشرات ووجود قيمة موجبة في نفس الصف في نفس الوقت ، ٨- تشكيلة الانتاج المثالية في حالة تداخل النشاط والانتاج الكلى في نفس الحالة ، ٩- تغير معامل استخدام منتج غير أساسى وتغير معامل استخدام منتج أساسى ، ١٠- زيادة المتاح من كمية مورد نادر ونقص المتاح من كمية مورد غير نادر .

السؤال الثانى : برر لماذا تعتبر كل من العبارات التالية خطأ أو صواب فيما لا يزيد عن ثلاثة سطور لكل عبارة .

- ١- يمكن أن تكون حالة تداخل النشاط في اتجاه واحد اذا كانت المنتجات السابقة تعتمد على المنتجات اللاحقة دون أن تعتمد المنتجات اللاحقة على السابقة .
- ٢- يتم ايجاد مصفوفة الاستخدام الكلية من الموارد النادرة عن طريق ايجاد مقلوب مصفوفة الاستخدام المباشرة من هذه الموارد .
- ٣- يتم تقييم الاستخدامات الوسيطة بتكلفتها المتغيرة في نموذج البرمجة الخطية اذا لم يتوافر لها سعر بيع تنافسى في السوق .
- ٤- يختلف مفهوم الارباح المباشرة عن مفهوم الارباح المضافة في أن الأولى تشمل مقدار ثابت بالنسبة لوحدة المنتج بينما الثانية تتغير طبقا لمسببات اضافتها .
- ٥- يتضمن صف الاستخدامات الأخرى في جدول المستخدم والمنتج على مستوى الوحدة الاقتصادية استخدامات أخرى وسيطة بالإضافة الى عوائد عوامل الانتاج

- المدفوعة والمسددة نقدا .
- ٦- يتم التعبير عن كميات الموارد النادرة في نموذج المستخدم والمنتج بقياس نقدية تسهيلا للعمليات الحسابية .
- ٧- يعبر كل متغير عاطل في ثنائي مشكلة التدنية عن متغير زائد في أولى نفس المشكلة .
- ٨- اذا كان المتغير العاطل في أولى التقضية ليس بين المتغيرات الاساسية في الحل الأمثل فان المتغير الأصلي المقابل له في الثنائي يجب أن يكون هو الآخر بين المتغيرات غير الأساسية .
- ٩- اذا لم تتفق علاقات التباين في القيود مع صيغة دالة الهدف ، فان هذا يعنى أن المشكلة متحللة .
- ١٠- يمكن أن يكون لمشكلة معينة حل ممكن وحيد في الأولى بينما لا يكون لها أى حل ممكن في الثنائى .
- ١١- اذا كانت دالة الهدف في الأولى تتجهقر نحو قيمة أقل فهذا يعنى اما أن دالة الهدف في الثنائى تتقدم نحو قيمة أعلى ، أو أن المشكلة متحللة .
- ١٢- يعتبر سعر الظل المحتسب لوحدة المورد النادر الحد الأدنى للتضحية التى يمكن أن نضحى بها في سبيل توفير وحدة اضافية من هذا المورد .
- ١٣- يكون سعر الظل المحتسب لوحدة المورد النادر مساويا للربحية المباشرة على وحدة الطاقة من هذا المورد كمركز اختناق ، بصرف النظر عن تعدد مراكز الاختناق .
- ١٤- تغيد الربحية المباشرة على وحدات الطاقة في مراكز الاختناق في تحديد تشكيلة الانتاج المثالية وخاصة اذا اختلفت هذه الربحية في مراكز الاختناق المختلفة .
- ١٥- يترتب على تغير قيم المتغيرات الأساسية في الحل الأمثل في نموذج التدنية الأولى ضرورة تغير قيم المتغيرات الاساسية في الحل الامثل للثنائى .
- ١٦- تبدأ مشكلة التحلل في الظهور عندما يتخذ أحد المتغيرات الأساسية في الحل الأساسى قيمة سالبة .
- ١٧- تؤدي الزيادة في ربحية المتغيرات غير الأساسية في دالة الهدف الى عدم استمرار مثالية تشكيلة المتغيرات الأساسية .

١٨- يمكن أن تتغير احتياجات المتغير الأساسي من الموارد النادرة في حدود معينة دون تغير في قيمة متغيرات الحل الأساسي الأمثل، بينما لا يمكن ذلك لو حدث أى تغير، ولو طفيف، في ربحية المتغير .

١٩- مادت المتغيرات التي تحدث في معاملات وثوابت نموذج البرمجة الخطية تحدث في الحدود الموضوع لها من خلال تحليل الحساسية، فسوف تظل تشكيلة المتغيرات المثالية كما هي عليه بصرف النظر عما يحدث من هذه التغيرات .

٢٠- تؤدي الزيادة في مورد نادر كان يمثل مركز اختناق لمنتج لم يتم انتاجه الى اتاحة الفرصة لانتاج هذا المنتج .

ثانيا : التعاريف :

التعريف الأول : تقوم احدى الشركات بانتاج اربعة منتجات تحتاج الوحدة من المنتج الثالث الى ٢ وحدة من المنتج الأول و ٦ وحدة من المنتج الثانى ، كما تحتاج الوحدة من المنتج الرابع الى ٦ وحدة من المنتج الثانى و ٢ وحدة من المنتج الثالث . ويتم انتاج كل منتج في خط انتاجى مستقل حيث يبلغ طاقة خط انتاج المنتج الأول ٦٠٠٠ وحدة والمنتج الثانى ١٦٠٠٠ وحدة والمنتج الثالث ٢٤٠٠ وحدة والمنتج الرابع ٨٠٠ وحدة . هذا ويمكن بيع كل من المنتجات الأربعة في السوق بربح مباشر للوحدة من كل منها يبلغ ٥ ، ٦ ، ١٠ ، ٤ جنيه على التوالى . غير أن كمية المبيعات المنتظرة من كل منتج ينتظر أن لا تزيد عن ٢٤٠٠ وحدة للمنتج الأول و ١٤٠٠ وحدة للثانى ، ١٠٠٠ وحدة للثالث ، ٦٠٠ وحدة للرابع .

المطلوب : (١) تحديد تشكيلة الانتاج المثالية ، وحساب الانتاج الكلى المطلوب من كل منتج للوفاء بكل من الاستخدامات الوسيطة والطلب الخارجى المتوقع .

(٢) شرح الارقام الظاهرة في صف المؤشرات في جدول الحل الأمثل رقما رقما .

(٣) بفرض زيادة طاقة خط انتاج س١ بمقدار ٥٠٠ وحدة، فما هو أثر ذلك على الحل

الأمثل . (٤) بفرض انخفاض الربحية المباشرة على س١ الى جنيه واحد فهل يستمر انتاج

هذا المنتج . (٥) بفرض أنه يلزم لانتاج كل من المنتجات الأربعة عناصر تكلفة متغيرة

كالآتى (بخلاف الاستخدامات الوسيطة بين المنتجات) (بالجنبة) :

المنتج	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
عصر التكلفة : مواد مباشرة	٢	$\frac{1}{2}$	٠	١
أجور مباشرة	١	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
م. صناعية متغيرة	٣	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	١

فما هو مقدار الميزانية التقديرية للاستخدامات من هذه العناصر واللازم لتحقيق برنامج الإنتاج الأمثل .

التمرين الثاني :

تقوم إحدى الشركات بإنتاج ثلاثة منتجات تتداخل مع بعضها تبادليا . وفيما يلي مصفوفة المبادلات في الاستخدامات الوسيطة بين المنتجات الثلاثة بالجنيه " .

المستخدم في :	س _١	س _٢	س _٣
المنتج من : س _١	٤٠٠	١٠٠٠	٠
س _٢	٠	٢٠٠٠	٣٢٠
س _٣	٦٠٠	٥٠٠	٤٨٠
الاستخدامات الأخرى	١٠٠٠	١٥٠٠	٨٠٠
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	٢٠٠٠	٥٠٠٠	١٦٠٠

وتقوم الشركة بإنتاج المنتجات الثلاثة باستخدام أربعة موارد مشتركة تظهر العلاقة الفنية بينها وبين المنتجات كالآتي :

المنتج	س _١	س _٢	س _٣	المتاح من المورد
المورد الأول	٠	$\frac{1}{10}$	$\frac{3}{10}$	١٥٤٠
الثاني	$\frac{2}{10}$	٠	$\frac{1}{10}$	٢٠٨٠
الثالث	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	١٢٣٢
الرابع	$\frac{2}{10}$	$\frac{1}{10}$	٠	١٥٤٠

فإذا علمت أن الوحدة من المنتج الأول تحقق أرباح مباشرة قدرها ٢٠ جنيه بينما الوحدة من الثاني تحقق ١٢ جنيه ومن الثالث ٦ جنيه إذا ما تم بيعها في السوق .

المطلوب :

- ١- ايجاد تشكيلة الانتاج المثالية للوقاء باحتياجات الاستخدام الداخلى وتقسية
حصيلة الارباح المباشرة .
- ٢- اعداد جدول المستخدم والمنتج المتوقع الناتج عما تقدم .

التمرين الثالث :

تقوم احدى الشركات بانتاج أربعة منتجات متداخلة يقل سعر بيع ثلاثة منها
فى السوق عن تكلفته المتغيرة ويحقق منتجا واحدا أرباح مباشرة قدرها ٦ جنيه للوحدة .
وفيما يلى نموذج البرمجة الخطية لهذه الشركة :

$$\begin{array}{ll} \text{عظم :} & -٢س١ + ٦س٢ - ٣س٤ - ٤س٤ \\ \text{فى ظل :} & ٦س١ - ٢س٢ + ٣س٤ + ٤س٤ \\ & -٤س١ + ٨س٢ - ٣س٤ \\ & -٤س١ + ٦س٢ - ٣س٤ + ٥س٥ \end{array} \begin{array}{l} \gg \\ \gg \\ \gg \end{array} \begin{array}{l} ٢٨٠ \text{ المورد الأول} \\ ٤٨٠ \text{ المورد الثانى} \\ ٤٠٠ \text{ المورد الثالث} \end{array}$$

كل س و \ll صفر .

المطلوب :

- ١- هل تعتقد (دون حل المشكلة) أنه يجب على الشركة أن تقتصر على انتاج س٣؟
ولماذا ؟
- ٢- قم بحل المشكلة بطريقة السمبلكس وحدد تشكيلة الانتاج المثالية .
- ٣- برر لماذا لم تقتصر الشركة على انتاج س٣ بالرغم من انخفاض سعر بيع المنتجات
الأخرى عن تكلفتها المتغيرة .
- ٤- ماهى العلاقة التى تعتقد أنها قائمة بين كل من الموارد الثلاثة والمنتجات
الأربعة .
- ٥- قم بتحديد مديات التغير فى ربحية كل من المنتجات الأربعة والتى لا تؤدى
الى تغيير تشكيلة الانتاج المثالية .
- ٦- قم بتحويل جدول الحل الأمثل الى صيغة الحل الأمثل للنموذج الثنائى .
- ٧- عن طريق الشرح المقارن للدالة الارقام فى صيف المؤشرات والعمود [ب] قارن
بين الجدولين مستغنيا بمعاملات الاخلال الحدى .

التعريف الرابع : تقدمت لشغل أحد الوظائف ، فقدم لك مدير الموازنة المشكلة التالية :

$$\begin{array}{lcl} \text{عظم} : & -٢س١ + ٨س٢ + ٤س٣ + ٤س٤ & \\ \text{في ظل} : & -٢س١ + ٤س٢ + ٦س٣ + ٨س٤ & ٦٠ \\ & \gg & \\ & -٩س١ + ١٢س٢ - ٥س٣ - ٨س٤ & ٣٠ \\ & \gg & \end{array}$$

كل س و صفر .

وقد أخبرك المدير أن ربحية س_٣ ، س_٤ تعتبر سراً من أسرار الشركة ، وأنه قد قام بحل هذه المشكلة ووجد أن الحل الأمثل يضم س_١ ، س_٢ فقط في تشكيلة الإنتاج المثالية وقد طلب منك على سبيل الاختبار : (١) تحديد الحل الأمثل الذي توصل اليه .
(٢) صياغة النموذج الثنائي وتحديد قيم متغيراته (٣) تحديد أكبر قيمة لكل من س_٤ ، س_٤ والتي يظل في ظلها الحل الأساسي الأمثل يقتصر على إنتاج س_١ وس_٢ .

التعريف الخامس : فيما يلي النموذج الأولي لتقسيم حصيلة الأرباح لحدى الشركات التي تستطيع إنتاج أربعة منتجات بموردين :

$$\begin{array}{lcl} \text{عظم} : & -٢س١ + \text{صفر س٢} - ٥س٣ + ٢س٤ & \\ \text{في ظل} : & -٢س١ + ٢س٢ - ٣س٣ & ٤٨ \\ & \gg & \\ & -٤س١ - ١٠س٢ + ٤س٣ + ٢س٤ & ٣٦ \\ & \gg & \end{array}$$

س_١ ، س_٢ ، س_٣ ، س_٤ صفر .

المطلوب : (١) قم بصياغة النموذج الثنائي لهذه المشكلة (٢) قم بوضع الأولي والثاني في صيغة جدول الحل الأساسي الأول ، وقارن بين الصيغتين من جميع النواحي .
(٣) قم بحل النموذج الثنائي بقواعد واجراءات التدرية (٤) قم بصياغة جدول الحل الأمثل للأولي من واقع جدول الحل الأمثل للثنائي وقارن بين الجدولين من جميع النواحي
(٥) قم بتحليل حساسية معاملات دالة الهدف للتغيرات (٦) بفرض أن معامل س_١ قد ازداد الى ٤ وحدات من المورد الأول بدلا من وحدتين ، فما هو أثر ذلك على الحل الأمثل (٧) بفرض أن معامل س_١ من المورد الثاني قد ازداد الى ٢ (بدلا من - ٤) فما هو أثر ذلك على الحل الأمثل ، (٨) قم بتحديد مديات التغير في ثوابت القيود

(العمود [ب]) والتي لا تؤدي الى اخراج أى من متغيرات الحل الأساسى الأمثل .

التمرين السادس : فيما يلى نموذج البرمجة الخطية الخاص باحدى الشركات الصناعية:

		تدنية :		٦٠٠ ص ١ + ٣٠٠ ص ٢ + ٦٠٠ ص ٣	
		فى ظل :		١ ص ١ + ٢ ص ٢ + ٣ ص ٣	
٣	﴿	٢ ص ٣	+	١ ص ١	
٥	﴿	٢ ص ٢	+	١ ص ١	
٤	﴿	٢ ص ٢	+	١ ص ١	
٢	﴿	٢ ص ٢	+	١ ص ١	
٥	﴿	٢ ص ٢	+	١ ص ١	
		كل ص ٢		﴿ صفر	

المطلوب : (١) حل النموذج الثنائى لهذه المشكلة بطريقة السمبلكس وابــــــسدا
ملاحظاتك عليه . (٢) تحديد مديات التغير فى ربحية المنتجات (فى النموذج
الثنائى) والتي لا تؤثر فى الحل الأمثل . (٣) بفرض أن الكمية المتاحة من المورد
الثالث قد ازدادت الى ١٥٠٠ وحدة فما هو أثر ذلك على تشكيلة المتغيرات المثالية
(٤) بفرض أن القيدان التاليان قد تم اضافتهما الى ثنائى المشكلة الأصلية :

$$١٠ = ١٠$$

$$٥٠ < ٢٠$$

فما هو الحل الأمثل للمشكلة فى هذه الحالة .

المصطلح الرابع طرق التوزيع

DISTRIBUTION METHODS

١- مقدمة :

تعتبر المحاولة العلمية التي نشرها فرانك هتشوك سنة ١٩٤١ لوضع نموذج مشكلة التوزيع (أو كما تسمى أيضا مشكلة النقل Transportation problem) وحلها من أولى المحاولات العلمية التي أسهمت في ارساء قواعد طرق التوزيع عموما ، ثم أدت الحرب العالمية الثانية بعد ذلك الى توجيه العناية الكافية لدراسة بحوث العمليات عموما Operations Research وارساء أسس البرمجة الخطية خصوصا . وفي سنة ١٩٥١ حدث تقدم كبير في وسائل البرمجة الخطية بصفة عامة وكان الفضل في ذلك يرجع أساسا الى دانتز Dantzig وكوبمانز Koopmans وخاصة لما أسهما به من نماذج لحل مشكلة التوزيع . غير أن النماذج التي كانت متوفرة لمشكلة التوزيع حتى ذلك الحين لم تكن سهلا لاستيعاب طلي العقلية الغير رياضية مما أدى الى محاولة إعادة صياغة المشكلة بطريقة يسهل معها استيعابها واستخدامها بدون الحاجة الى التعمق في الدراسات الرياضية المتخصصة .

وكانت محاولة كوبر Cooper وكارنس Charnes سنة ١٩٥٢ لوضع نموذج مشكلة التوزيع في صورة مبسطة أولى المحاولات المشعة في هذا المجال حيث توصلا الى ما يسمى بطريقة "الحجر المنقل Stepping Stone" المشهورة . ثم قام فرجيسون Ferguson بتهديب طريقة الحجر المنقل سنة ١٩٥٥ لتصبح ما يسمى بطريقة التوزيع المعدلة Modified Distribution Method . وفي أواخر نفس العام ظهر ما يسمى بطريقة فوجل Vogel's Approximation Method التقريبية التي

تعتبر في واقع الأمر طريقة مساعدة لاحدى الطريقتين السابقتين في حل مشاكل التوزيع .
وتعتبر مشكلة التوزيع حالة خاصة من حالات نموذج البرمجة الخطية . وسوف نمسـرـض
الطريقة في هذا الفصل بالصورة التي يمكن بها استيعاب الطرق الخاصة لحلها تاركين
صياغتها في صورة مشكلة برمجة خطية لنهاية الفصل .

٢- مشكلة نعطية :

تصور أحد شركات النسيج التي تمتلك ثلاثة مصانع تقع في مراكز جغرافية مختلفة وذات
طاقات انتاجية مختلفة ، وتنتج جميعا منتج نعطى كالآتي :

مصنع باكوس	٣٠٠ طن
مصنع فارسكور	٢٥٠ طن
مصنع المحلة الكبرى	٦٠٠ طن
اجمالي الطاقة	<u>١١٥٠ طن</u>

تصور أيضا أن هذه الشركة تقوم بتوزيع انتاجها في أربعة مدن رئيسية كالآتي :

القاهرة	٣٥٠ طن
الاسكندرية	٣٥٠ طن
أسيوط	٢٠٠ طن
السويس	<u>٢٥٠ طن</u>

حيث يبالغ المنتج بنفس السعر في كل الجهات .

وبفرض أن مصاريف النقل من المصدر (م) الى مركز التوزيع (ن) كانت كالآتي للطن
بالجنيه :

مركز التوزيع	القاهرة	اسكندرية	اسيوط	السويس
المصدر: باكوس	٤	١	٦	٥
فارسكور	٣	٧	٢	٦
المحلة	٣	٣	٥	٤

وحيث أن سعر بيع المنتج واحد في مراكز التوزيع المختلفة فإنه يعرّتب على ذلك أن تخفيض تكاليف نقل المنتجات من مراكز الانتاج الى مراكز التوزيع يعرّتب عليه حتما زيادة الارباح بقدر الانخفاض في تكلفة النقل . لاحظ أن أجمالي الطلب على المنتج في مراكز التوزيع الاربعة يساوى اجمالي العرض الذي تسمح به حدود طاقة المصانع الثلاثة . ولنفرض الآن أننا قمنا بتخصيص انتاج المصانع الثلاث الى مراكز التوزيع الاربعة

كالآتي :

من	الى	عدد الوحدات	تكلفة نقل الوحدة	تكلفة النقل
باكوس	الاسكندرية	٣٠٠	١	٣٠٠
المحلة	الاسكندرية	٥٠	٣	١٥٠
المحلة	القاهرة	٣٥٠	٣	١٠٥٠
المحلة	السويس	٢٠٠	٤	٨٠٠
فارسكور	السويس	٥٠	٦	٣٠٠
فارسكور	أسيوط	٢٠٠	٢	٤٠٠
المجموع		١١٥٠		٣٠٠٠

ويؤدى ذلك الى الوفاء بكل الطلب مقابل تكلفة نقل قدرها ٣٠٠٠ جم .

ولنفرض الآن أننا قمنا بتخصيص انتاج المصانع الثلاثة الى مراكز التوزيع وأرسلنا ٣٤٩ وحدة من المحلة الى القاهرة ثم أرسلنا ٢٠١ وحدة من المحلة الى السويس ووحدة واحدة من فارسكور الى القاهرة . وسيعرّتب على ذلك أن التوزيع والتكلفة تصبح كالآتي :

من	الى	عدد الوحدات	تكلفة نقل الوحدة	تكلفة النقل
باكوس	الاسكندرية	٣٠٠	١	٣٠٠
المحلة	الاسكندرية	٥٠	٣	١٥٠
المحلة	القاهرة	٣٤٩	٣	١٠٤٧
المحلة	السويس	٢٠١	٤	٨٠٤
فارسكور	السويس	٤٩	٦	٢٩٤
فارسكور	أسيوط	٢٠٠	٢	٤٠٠
فارسكور	القاهرة	١	٣	٣
المجموع		١١٥٠		٢٩٩٨

ومن الواضح أنه قد يترتب على ذلك انخفاض تكلفة النقل بمقدار ٢ جنيه نتيجة تحويل وحدة اضافية من المحلة الى السويس بدلا من ارسالها للقاهرة وارسال وحدة من فارسكور للقاهرة بدلا منها .

افترض الآن أننا غيرنا التوزيع كالآتى :

من	الى	عدد الوحدات	تكلفة نقل الوحدة	تكلفة النقل
باكوس	الاسكندرية	٣٠٠	١	٣٠٠
المحلة	الاسكندرية	٥٠	٣	١٥٠
المحلة	القاهرة	٣٠٠	٣	٩٠٠
المحلة	السويس	٢٥٠	٤	١٠٠٠
فارسكور	القاهرة	٥٠	٣	١٥٠
فارسكور	أسيوط	٢٠٠	٢	٤٠٠
المجموع		<u>١١٥٠</u>		<u>٢٩٠٠</u>

يترتب على ذلك انخفاض التكلفة بمقدار ٩٨ جنيه وهى تعادل النقص فى التكلفة المترتب على شحن ٤٩ وحدة من فارسكور الى القاهرة بدلا من شحنها من فارسكور الى السويس وشحن ٤٩ وحدة من المحلة الى السويس بدلا من شحنها الى القاهرة .

فشحن وحدة من فارسكور الى القاهرة يؤدى الى زيادة التكلفة بمقدار ٣ جنيه
وكما يؤدى عدم شحن نفس الوحدة الى السويس الى نقص التكلفة بمقدار (٦)
ولكن ذلك سيؤدى الى ضرورة ارسال وحدة من المحلة للسويس وتكلفتها ٤
ويؤدى عدم شحن نفس الوحدة الى القاهرة الى نقص التكلفة بمقدار (٣)
فيكون الوفرة فى التكاليف الذى يمكن تحقيقه من وراء ذلك (٢)

وحيث أن عدد الوحدات التى يمكن تحويلها من فارسكور الى القاهرة بدلا من ارسالها للسويس هو ٤٩ وحدة فان اجمالى الوفورات فى التكلفة الناتج عن هذا التحويل يكون $49 \times 2 = 98$ جنيه .

ولنحاول الآن وضع الخطوات التى اتخذناها فى صورة روتينية .

٢-١- التوزيع الحكيم الأول وطريقة الحجر المتنقل :

سنحاول الآن التوصل الى التوزيع الأمثل لمصادر العرض المختلفة على مراكز الطلب المختلفة بحيث ينتج أقل التكاليف الممكنة عن طريق اتباع طريقة الحجر المتنقل . وفى أثناء

متابعتنا لخطوات الحل سنعرف لماذا سميت الطريقة بهذا الاسم .

الخطوة الأولى — وضع التوزيع في صورة جدول واجراء التوزيع المبدئي :

دعنا نلخص البيانات المتعلقة بهذه المشكلة في صورة جدول كالمبين بالجـ

(١-٤) .

جدول (١-٤)

بيانات المشكلة

من	الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	السويس	العرض
باكوس	٤—	١—	٦—	٥—	٣٠٠	
فارسكور	٣—	٧—	٢—	٦—	٢٥٠	
المحلة	٣—	٣—	٥—	٤—	٦٠٠	
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠	

لاحظ أن كل صف من الصفوف يخص مصدر من مصادر العرض (المصانع المختلفة) وأن كل عمود من الأعمدة يخص مركز من مراكز الطلب (المدن المختلفة) . لاحظ أيضا أن العمود الأخير يبين اجمال الكميات المعروضة على حسب مصادر ها ، وأن الصف الأخير يبين اجمالي الكميات المطلوبة على حسب حاجة مراكز الطلب المختلفة منها . وأهم من ذلك كله لاحظ ضرورة تساوى العرض الاجمالى مع الطلب الاجمالى (مجموع الطلب = مجموع العرض = ١١٥٠ طن) . وسنطلق على ضرورة تساوى اجمالى العرض مع اجمالى الطلب :

شرط التوازن : ويجب أن يتحقق هذا الشرط في أى مشكلة توزيع قبل اتخاذ أى

خطوة أخرى كما سنرى فيما بعد .

لاحظ أن الجدول يخص خلية (خانة) لظهار العلاقة بين كل مصدر من مصادر العرض وكل مركز من مراكز الطلب . هذا وقد قمنا باستغلال هذه الخلايا لظهار تكلفة نقل الطن من مصدر العرض الى مقر الطلب (الارقام الظاهرة في المربعات الصغرى في

الركن الشمالى الشرقى لكل خلية) وذلك بإشارة سالبة لأن التكلفة تعبر فى واقع الأمر عن أرباح سالبة . أى أن زيادة التكلفة بمثل الانخفاض فى الأرباح والعكس . وذلك سوف يمكننا فى الواقع من استخدام نفس الروتين سواء كان الهدف هو خفض التكاليف أو زيادة الأرباح .

أما وقد نظمنا بياناتنا فى الجدول رقم (٤-١) وافقنا أن الصفوف تمثل مصادر العرض والأعمدة تمثل مقار الطلب ، وأن شرط التوازن متوفرة ، وأن التكلفة (أو الأرباح) توضع فى مربعات صفرى فى الركن الشمالى الشرقى من كل خلية ، فإننا يمكن أن نبدأ فى توزيع الكميات المتاحة فى كل مصدر من مصادر العرض على مراكز الطلب المختلفة . والواقع أنه يمكن اجرا هذا التوزيع المبدئى بأى طريقة تحلونا بشرط عدم الخروج على طاقة مصادر العرض المختلفة وعدم تخصيص أى كمية زائدة لأى مركز من مراكز الطلب — بمعنى أن مجاميع الصفوف (فى عمود العرض) ومجاميع الأعمدة (فى صف الطلب) لا بد وأن تظل كما هى بدون تغيير .

ولنفرض الآن أننا اتبعنا الروتين الآتى فى اجرا التوزيع المبدئى :

نبدأ من أقصى الشمال الشرقى للجدول ، ونحاول استيفاء حاجة مراكز الطلب أولاً بأول ، وبحيث أن لا نتخطى أى مركز من مراكز الطلب دون الوفاء باحتياجاته كاملة ، وبحيث أن لا نتخطى أى مصدر من مصادر العرض دون أن نخصص امكانياته كاملة .

فمثلاً اذا بدأنا بالقاهرة وهاكوس ، نجد أن احتياجات القاهرة ٣٥٠ وحدة بينما طاقة هاكوس ٣٠٠ وحدة فنقوم بتخصيص طاقة هاكوس كاملة الى القاهرة . ولكن قبل أن نتقل للوفاء باحتياجات الاسكندرية يجب أن نبقى باقى احتياجات القاهرة أولاً (٥٠ وحدة) ويتم ذلك عن طريقة تخصيص ٥٠ وحدة من انتاج فارسكور (المصدر التالى فى الترتيب المسمى فى الجدول) للقاهرة . وقبل أن نتقل الى المحلة يجب أن نقوم بتخصيص باقى طاقة فارسكور أولاً ويتم ذلك عن طريق تخصيص ٢٠٠ وحدة الباقية الى الاسكندرية ثم شتوفى باقى احتياجات اسكندرية من المحلة . . . وهكذا . وتسمى هذه الطريقة بطريقة الركن الشمالى الشرقى لاجرا التوزيع الحكيم الأول (أو التوزيع المبدئى) .

فاذا ما اتبعنا هذه القواعد فيما يتعلق بالجدول (٤-١) لحصلنا على الجدول

(٤-٢) الآتى :

جدول (٤ - ٢)
التوزيع الحكمى الأول طبقا لطريقة الركن الشمالى الشرقى

من	الى	القاهرة	الاسكندرية	اسيوط	السويس	العرض
باكوس		٣٠٠ ٤— ↑ ٢٠٠ ١— ←	٦— ↓ ٢٠٠ ٧— ↓	٦—	٥—	٣٠٠
فارسكور		٢٥٠ ٣— ↑ ٢٠٠ ٧— ←	٢—	٢—	٦—	٢٥٠
المحلة		٣—	١٥٠ ٣—	٢٠٠ ٥—	٢٥٠ ٤—	٦٠٠
الطلب		٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

ولنرمز لكل خلية فى الجدول بالرمز (س) ونحدد موقعها فيه عن طريق رقمين يبين الأول منها رقم الصف التى تقع فيه الخلية والثانى منها رقم العمود التى تقع فيه . فمثلا الخلية (س ٢ م) هى التى تقع فى الصف الثانى (فارسكور) والعمود الثالث (اسيوط) .

ولنرمز أيضا لتكلفة نقل الوحدة من أى مصدر عرض الى أى مركز طلب بالرمز (ت) ثم نحدد موقعها فى الخلية أيضا عن طريق رقمين يبين الأول رقم الصف والثانى رقم العمود . فمثلا (ت ٣ م) تمثل تكلفة النقل من المصدر فى الصف الثالث (المحلة) الى مقر الطلب فى العمود الرابع (السويس) . وفى هذه الحالة ت ٣ م = ٤ جنيه .

ولنعود الى الجدول رقم (٤ - ٢) . فقد قمنا بتوزيع الكميات المتاحة فى مصادر العرض على مراكز الطلب المختلفة عن طريق ما سميناه بطريقة الركن الشمالى الشرقى . ولنحاول الآن احتساب تكلفة هذا البرنامج للتوزيع كالآس :

من	الى	عدد الوحدات	تكلفة نقل الوحدة	تكلفة النقل
باكوس	القاهرة	٣٠٠	٤	١٢٠٠
فارسكور	القاهرة	٥٠	٣	١٥٠
فارسكور	الاسكندرية	٢٠٠	٧	١٤٠٠
المحلة	الاسكندرية	١٥٠	٣	٤٥٠
المحلة	اسيوط	٢٠٠	٥	١٠٠٠
المحلة	السويس	٢٥٠	٤	١٠٠٠
المجموع		١١٥٠		٥٢٠٠

ولاشك أن هذا البرنامج يعتبر مكلف جدا بالنسبة للبرنامج الذى توصلنا اليه فى
البند السابق عن طريق التوزيع المباشر والذى بلغت تكلفته ٢٩٠٠ جم .

الخطوة الثانية : تقويم الخلايا الغير مستغلة على طريق الحجر المتنقل :

افترض أننا نرغب فى اختبار أثر نقل وحدة واحدة من باكوس الى الاسكندرية بدلا من
نقلها الى القاهرة على تكلفة برنامج النقل السابق . فبنفس الطريقة التى توصلنا اليها فى
أواخر البند السابق نقوم بالآتى :

(١) نقل وحدة من باكوس الى الاسكندرية يكلف ١ جم كما يترتب عليه نقص التكلفة
بمقدار ٤ جنيه .

(٢) ولكن ذلك سيؤدى الى زيادة الكمية المرسلة الى الاسكندرية عن الكمية المرغوبة
بمقدار وحدة واحدة . كما سيؤدى الى نقص الكمية المرسلة الى القاهرة عن الكمية المرغوبة
بمقدار وحدة واحدة .

(٣) ولابد لتسوية هذه الاختلافات من وجود مصدر مشترك بين الاسكندرية والقاهرة
والمصدر المشترك فى هذه الحالة هو فارسكور .

(٤) فإذا أرسلنا وحدة زيادة من فارسكور الى القاهرة (ليصبح عدد الوحدات ٥١)
وخفضنا وحدة من الكميات المرسلة من فارسكور الى الاسكندرية (ليصبح عدد الوحدات ١٩٩)
لترتب على ذلك توازن الطلب مع العرض فى كل أجزاء النموذج .
(٥) ولكن ارسال وحدة من فارسكور الى القاهرة يكلف ٣ جم ويترتب عليه نقص فى
التكلفة بمقدار ٧ جم .

(٦) ويترتب على ذلك أن مجموع التغير فى التكلفة لهذا الروتين يكون :

+	وحدة من باكوس الى الاسكندرية	١ جم
-	وحدة من باكوس الى القاهرة	(٤)
+	وحدة من فارسكور الى القاهرة	٣
-	وحدة من فارسكور الى الاسكندرية	(٧)
	الخفض فى التكلفة (الزيادة فى الارباح)	<u>(٧) جم</u>

(٧) وتكون (٦) فى صورة جبرية كالآتى :

$$\begin{aligned}
 + ٢١س \text{ يترتب عليها } + ٢١ت &= ١ \text{ جم} \\
 - ١١س \text{ يترتب عليها } - ١١ت &= ٤- \\
 + ١٢س \text{ يترتب عليها } + ١٢ت &= ٣ \\
 - ٢٢س \text{ يترتب عليها } - ٢٢ت &= ٧- \\
 \hline
 ٢١ت^* &= ٧- \text{ جم}
 \end{aligned}$$

(٨) أى أن المسار + ٢١س ← - ١١ت ← + ١٢ت ← - ٢٢ت = ٧- جم .

وهو المسار الموضح فى الجدول (٤-٢) حيث يلاحظ وجود نوعين من الاسهم :
الاسهم المتصلة : وتعنى امكانية نقل وحدة من مصدر معين الى مقر طلب آخر
بدلا من نقلها من نفس المصدر الى مقر الطلب الأول .

الاسهم المتقطعة : وتعنى ضرورة استيفاء النقص (أو الزيادة) فى الخلية على رأس
السهم عن طريق زيادة (أو نقص) عدد الوحدات الموجودة فى الخلية على ذيل السهم .
وبالتالى فلا يمكن نقل كميات من نفس المصدر الى خلايا مختلفة فى نفس العمود
(لا يمكن النقل من فارسكور الى باكوس مثلا أو بالعكس) .

(٩) وباتباع الطريقة المبية فى كل من (٦) أو (٧) يمكن تقويم باقى الخلايا الغير
مستعملة فى الجدول كالاتى :

$$\begin{aligned}
 ٣١ت^* &= ٣١ت - ٣٣ت + ٢٣ت - ٢٢ت + ١٢ت - ١١ت \\
 ٦ - ٥ + ٣ - ٧ + ٣ - ٤ &= ٤ - \text{ جم (نقص فى التكلفة) }
 \end{aligned}$$

لاحظ أنه لتقويم أحد الخلايا الغير مستغلة فان مسار التقويم لا يمكن أن يستخدم
أى من الخلايا الغير مستغلة الاخرى . وتسمى الخلايا الغير مستغلة بالخلايا المائبة بينما
الخلايا المستغلة تعتبر بمثابة خلايا جافة (أو فيها أحجار يمكن الوقوف عليها ومن شـم
سميت الطريقة بطريقة الحجر المتنقل) . ويلزم لتقويم أى خلية مائبة استعمال الخلايا الجافة
فقط عن طريق التنقل من خلية جافة الى أخرى (من حجر الى آخر) . ويترتب على ذلك أنه
لا يمكن أن يتم تقويم أى خلية مائبة الا عن طريق اتباع مسار واحد فقط . لاحظ أيضا أن تغير
الاتجاه فى المسار لا يمكن أن يتم الا على شكل زاوية قائمة ، أى أن اتجاهات المسار يجب

أن تقتصر على الاتجاهات الأفقية والرأسية فقط كوسيلة للربط بين أحد الخلايا المائية وباقي الخلايا الحجرية * (ويلزم في الواقع توافر شرط آخر لامكانية توافر مسار تقويم واحد لكل خلية مائية وسنتناوله بالشرح فيما بعد) ولنعود الآن لتقويم باقى الخلايا المائية:

$$١١^* - ١٢^* + ٢٢^* - ٢٣^* + ٤٣^* - ٤١^* = ٤١^*$$

$$٥ - ٣ + ٧ - ٣ + ٤ - ٤ = ٤ \text{ جم}$$

$$٢٢^* - ٢٣^* + ٣٣^* - ٣٢^* = ٣٢^*$$

$$٢ - ٣ + ٥ - ٢ = ٧ \text{ جم}$$

$$٢٢^* - ٢٣^* + ٤٣^* - ٤٢^* = ٤٢^*$$

$$٢ - ٣ + ٤ - ٦ = ٢ \text{ جم}$$

$$٢٣^* - ٢٢^* + ١٢^* - ١٣^* = ١٣^*$$

$$٣ - ٢ + ٣ - ٣ = ٤ \text{ جم}$$

لاحظ أنه لامكانية وجود مسار واحد لتقويم الخلايا الغير مستغلة يجب أن يكون :

$$\text{عدد الخلايا المستغلة} = [(\text{عدد الصفوف} + \text{عدد الاعمدة}) - ١]$$

فاذا كان عدد الصفوف (م) وعدد الاعمدة (ن) فان عدد الخلايا المستغلة يجب أن يساوى (م + ن - ١) ويسمى هذا الشرط بشرط عدم تحلل المشكلة أو عدم سيرها فى حلقة مفرقة Non-degeneracy condition * وسنتعرض له بتفصيل أكبر فيما بعد * (المشكلة الحالية : عدد الصفوف ٣ وعدد الاعمدة ٤ والخلايا المستغلة عددها ٦) *

الخطوة الثالثة : تعديل التوزيع بنتائج تقويم الخلايا الغير مستعملة :

لنعيد تصوير الجدول رقم (٤-٢) بحيث نظهر تقويم الخلايا الغير مستعملة كما يظهر فى الجدول رقم (٤-٣) *

ويلاحظ من الجدول أننا وضعنا تقويم الخلايا غير المستغلة فى دوائر فى الركن الجنوبى الغربى لكل خلية غير مستعملة *

جدول رقم (٤ - ٣)
التوزيع الحكى الأول مع تقويم الخلايا الغير مستعملة

من / الى	القاهرة	الاسكندرية	اسيوط	السويس	العرض
باكوس	٣٠٠ ٤-	١- ٧-	٦- ٤-	٥- ٤-	٣٠٠
فارسكور	٥٠ ٣-	٢٠٠ ٧-	٢- ٧-	٦- ٤-	٢٥٠
المحلة	٣- ٤+	١٥٠ ٣-	٥- ٢٠٠	٤- ٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

ولاشك أننا كنا نهدف من تقويم الخلايا الغير مستعملة (الغير مستغلة) الى اختبار امكانية تحسين برنامج التوزيع بما يؤدي الى تحقيق وفورات في التكاليف . فاذا ما عرفنا أن شرط عدم التحلل يلزمنا باستخدام خلية واحدة غير مستغلة في الجولة الواحدة فانه يصبح من المفضل أن نختار من بين الخلايا الغير مستغلة تلك التي تحقق أكبر وفورات في التكاليف (أى تلك التي تكون نتيجة تقويمها أكبر قيمة سالبة) . وفي المثال تحت البحث نجد أن هناك خليتان هما س_{١١} ، س_{٢٢} يؤدي استخدام كل منها الى نفس الخفض في التكلفة لكل وحدة من الوحدات التي يمكن نقلها خلال هذه الخلية (٧- لكل منهما) . ولاشك أنه في هذه الحالة يمكن اختيار أيهما . ولكن ما هو الحد الأقصى لعدد الوحدات التي يمكن نقلها خلال الخلية المختارة ؟

لنصنع مسار تقويم الخلية المختارة (اما س_{١١} أو س_{٢٢}) ثم الكميات الموجودة حالياً في كل خلية من خلايا المسار كالآتي : (سنختار س_{١١}) :

$$\text{مسار س}_{١١} = \text{س}_{١١} - \text{س}_{١٢} + \text{س}_{٢٢} - \text{س}_{٢٣} + \text{س}_{٣٣} - \text{س}_{٣٤} + \text{س}_{٤٤} - \text{س}_{٤٥} + \text{س}_{٥٥} - \text{س}_{٥٦} + \text{س}_{٦٦} - \text{س}_{٦٧} + \text{س}_{٧٧} - \text{س}_{٧٨} + \text{س}_{٨٨} - \text{س}_{٨٩} + \text{س}_{٩٩} - \text{س}_{٩٩}$$

$$\text{الكميات الموجودة} = \text{صفر} \quad ٣٠٠ \quad ٥٠ \quad ٢٠٠$$

لاحظ أن المسار لا بد وأن يتكون من عدد زوجي من الخلايا (في هذه الحالة ٤) وأن نصف هذا العدد تسبقاً بـ إشارة موجبة بينما النصف الآخر تسبقاً بـ إشارة سالبة . ويطلق على

الخلايا الموجبة في المسار " الأركان الموجبة " كما يطلق على الخلايا السالبة " الأركان السالبة " .

ويحدد الحد الأقصى للوحدات التي يمكن نقلها خلال الخلية الغير مستغلة والمرغوب استغلالها بأقل الوحدات الموجودة في كل من الأركان السالبة (وهي في هذه الحالة ٢٠٠ وحدة الموجودة في الخلية س٢٢) .
ويتطلب على ذلك أن إعادة التوزيع يجب أن يكون كالآتي :

انقل ٢٠٠ وحدة من س١١ الى س٢١ ثم انقل ٢٠٠ وحدة من س٢٢ الى س٢١
وإذا ما نفذنا ذلك يصبح التوزيع الجديد كالمبين في الجدول رقم (٤-٤) ويقتضى البرنامج الجديد كالآتي :

التكلفة (١) x (٢)

٤٠٠

٢٠٠

٧٥٠

٤٥٠

١٠٠٠

١٠٠٠

جم ٣٨٠٠

(٢)

٤ = ١١^ت

١ = ٢١^ت

٣ = ١٢^ت

٣ = ٢٣^ت

٥ = ٣٢^ت

٤ = ٤٣^ت

(١)

١٠٠ = ١١^س

٢٠٠ = ٢١^س

٢٥٠ = ١٢^س

١٥٠ = ٢٣^س

٢٠٠ = ٣٣^س

٢٥٠ = ٤٣^س

جدول رقم (٤-٤)
جدول التوزيع الشانسي

من / الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	السويس	العرض
باكوس	١٠٠ ٤-	٢٠٠ ١-	٣+ ٦-	٣+ ٥-	٣٠٠
فارسكور	٢٥٠ ٣-	٧+ ٧-	٧+ ٢-	٥+ ٦-	٢٥٠
المحلة	٣- ٣-	١٥٠ ٣-	٢٠٠ ٥-	٢٥٠ ٤-	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

لاحظ أن الوفورات الناتجة من هذا التعديل والبالغ قدرها ١٤٠٠ جم تساوى عدد الوحدات المنقولة خلال الخلية س_١ مضروباً فى الوفرة الناتجة عن نقل وحدة واحدة خلال س_١ ، أى = ٢٠٠ × ٧ = ١٤٠٠ = التخفيض فى التكاليف .

الخطوة الرابعة : كرر الخطوات الثانية والثالثة إلى أن تصل إلى برنامج التوزيع الأمثل :

تكرر كل من الخطوتين السابقتين حتى نصل إلى نقطة يصبح فيها تقويم كل الخلايا الغير مستغلة أرقام موجبة بمعنى عدم إمكانية تحقيق أى وفورات فى التكاليف بأجراء أى تغيير فى برنامج النقل . فوجود رقم سالب يمثل تقويم أحد الخلايا الغير مستغلة يعنى أن استغلال هذه الخلية سوف يؤدى إلى تحقيق خفض فى التكاليف يساوى هذا الرقم مضروباً فى عدد الوحدات التى يمكن أن يتم نقلها خلالها . أما وجود رقم موجب فى أى خلية غير مستغلة فيعنى أن استغلال هذه الخلية سيؤدى إلى زيادة التكاليف بمقدار هذا الرقم مضروباً فى عدد الوحدات التى يتم نقلها خلالها .

ولنتوّم الآن الخلايا الغير مستغلة فى الجدول (٤-٤) .

$$\begin{aligned}
 ٣١^* &= ٣١^ت - ٣٣^ت + ٢٣^ت + ٢١^ت = ١ - ٣ + ٥ - ٦ + ٢ = ٣ \text{ جم} \\
 ٤١^* &= ٤١^ت - ٤٣^ت + ٢٣^ت - ٢١^ت = ١ - ٣ + ٤ - ٥ = ٣ \text{ جم} \\
 ٢٢^* &= ٢٢^ت - ٢٣^ت + ١٢^ت - ١١^ت = ١ - ٤ + ٣ - ٧ = ٧ \text{ جم} \\
 ٣٢^* &= ٣٢^ت - ٣٣^ت + ٢٣^ت - ٢١^ت + ١٢^ت - ١١^ت = ١ - ٤ + ٣ - ٧ + ٥ - ٦ = ٥ \text{ صفر} \\
 ٤٢^* &= ٤٢^ت - ٤٣^ت + ٢٣^ت - ٢١^ت + ١٢^ت - ١١^ت = ١ - ٤ + ٣ - ٧ + ٥ - ٦ = ٥ \text{ جم} \\
 ١٣^* &= ١٣^ت - ٢٣^ت + ٢١^ت - ١١^ت + ١٢^ت - ٤٣^ت = ١ - ٤ + ٣ - ٧ + ٥ - ٦ = ٣ \text{ جم}
 \end{aligned}$$

أى أن الخلية س_٣ هى الوحيدة التى يمكن عن طريقها تحقيق وفورات فى التكاليف قدرها ثلاثة جنيهات لكل وحدة يمكن نقلها خلال هذه الخلية . هذا وقد أظهرنا تقويم

الخلايا الغير مستغلة في الجدول (٤-٤) أيضا • ومن فحص مسار الخلية س٣٣ نجد أن :

$$\text{مسار س٣٣} = ١٣٣ + ٢٣٣ - ٢١٣ - ١١٣$$

الكميات الموجودة صفر ١٥٠ ٢٠٠ ١٠٠

أن الحد الأقصى للوحدات التي يمكن نقلها خلالها هو ١٠٠ وحدة •
وإذا ما عدلنا التوزيع المبين في الجدول (٤-٤) على هذا الأساس لاصبح التوزيع التالي كما هو مبين في الجدول (٤-٥) •

جدول رقم (٤ - ٥)

جدول التوزيع الثالث

من / الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	السويس	العرض
باكوس	٣- ٤- (٣+)	٣- ١- (٣+)	٣- ٦- (٣+)	٥- (٣+)	٣٠٠
فارسكور	٢٥- ٣- (٤+)	٧- (٤+)	٢- (٣-)	١- (٢+)	٢٥٠
المحلة	١٠٠- ٣- (٢+)	٥٠- ٣- (٢+)	٥- (٢+)	٤- (٢+)	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

وتبلغ تكلفة هذا البرنامج ما يلي :

$$٣٠٠ = ١ \times ٣٠٠ \text{ جم}$$

$$٧٥٠ = ٣ \times ٢٥٠$$

$$٣٠٠ = ٣ \times ١٠٠$$

$$١٥٠ = ٣ \times ٥٠$$

$$١٠٠٠ = ٥ \times ٢٠٠$$

$$١٠٠٠ = ٤ \times ٢٥٠$$

$$\text{مجموع التكلفة} = ٣٥٠٠ \text{ جم}$$

وبذلك فقد حققنا وفورات في التكلفة قدرها ٣٠٠ جم (٣- x ١٠٠) عن البرنامج السابق . كما يظهر الجدول أيضا تقويم الخلايا غير المستغلة ومنها نجد أن هذا التوزيع مازال غير أمثلا حيث تقويم س٣٢ = ٣- ويعنى أن استغلالها يحقق وفورات في التكاليف . وحيث أن مسارها كالآتى :

$$\text{مسار س٣٢} = \text{س٣٢} + \text{س١٢} - \text{س١٣} - \text{س٣٣}$$

الكميات صفر ٢٥٠ ١٠٠ ٢٠٠

فإن الحد الاقصى للوحدات التى يمكن نقلها خلالها يكون ٢٠٠ وحدة) وبذلك تكون الوفورات المتوقعة هي (٣- x ٢٠٠) ٦٠٠ جم) .
وبإعادة التوزيع بحيث يتم استغلال الخلية س٣٢ يصبح التوزيع كما هو مبين فى الجدول (٤ - ٦) .

جدول رقم (٤ - ٦)
جدول التوزيع الرابع

من / الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	السويس	العرض
باكوس	٣- (٣+)	١- ٣٠٠	٦- (٦+)	٥- (٣+)	٣٠٠
فارسكور	٣- ٥٠	٧- (٤+)	٢- ٢٠٠	٦- (٢+)	٢٥٠
المحلة	٣- ٣٠٠	٣- ٥٠	٥- (٣+)	٤- ٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

ويتبين من تقويم الخلايا الغير مستغلة فى الجدول أن هذا هو التوزيع الأمثل للكميات الموجودة فى مصادر العرض الثلاثة على مراكز الطلب الأربعة ، وذلك لعدم وجود أى قيمة سالبة لأى خلية غير مستغلة فى الجدول . ويعنى ذلك أن استغلال أى من الخلايا الغير مستغلة يؤدى الى زيادة التكلفة . ويكون برنامج التوزيع الأمثل كالآتى :

من	الى	عدد الوحدات	تكلفة الوحدة	التكلفة الكلية
باكوس	الاسكندرية	٣٠٠	١	٣٠٠ جم
فارسكور	القاهرة	٥٠	٣	١٥٠
فارسكور	أسيوط	٢٠٠	٢	٤٠٠
المحلة	القاهرة	٣٠٠	٣	٩٠٠
المحلة	الاسكندرية	٥٠	٣	١٥٠
المحلة	السويس	٢٥٠	٤	١٠٠٠
اجمالى		١١٥٠		٢٩٠٠ جم

لاحظ أن هذا هو نفس التوزيع الذى توصلنا اليه فى البند ٢ . والفارق هنا أنه يمكننا التأكيد بأنه التوزيع الأمثل عن طريق النظر الى تقييم الخلايا غير المستغلة بينما يحتاج الأمر فى الحالة الأولى احتساب تكلفة كل برامج التوزيع الممكنة حتى نتأكد من الجزم بأن أحدها هو البرنامج الأمثل .

ملخص الخطوات المتبعة :

ملخص الخطوات التى اتبعناها فى استخدام قاعدة الركن الشمالى الشرقى للتوزيع المبدئى وطريقة الحجر المنقل لتقييم الخلايا غير المستغلة بصدور التوصل الى برنامج التوزيع الأمثل فيما يلى :

- ١- ضع بيانات المشكلة فى صورة مصفوفة توزيع (جدول) . وقد جرت العادة على تخصيص الصفوف لمصادر الكميات المرغوب توزيعها (العرض) وعلى تخصيص الأعمدة لغايات أو مقاصد هذا التوزيع (مقار الطلب أو مراكز الطلب) . تأكد من توافر شرط التوازن : مجموع الصفوف = مجموع الأعمدة .
- ٢- قم بإجراء التوزيع المبدئى الأول عن طريق اتباع قاعدة الركن الشمالى الشرقى .
- ٣- تأكد من أن المشكلة بعد إجراء هذا التوزيع غير متحللة وذلك عن طريق التأكيد من صحة المعادلة : عدد الخلايا المستعملة - [عدد الصفوف + عدد الأعمدة - ١] (إذا لم يتوفر هذا الشرط فسوف نقوم بمعالجة ذلك فيما بعد) .

٤- قم بإيجاد قيمة كل الخلايا المائئة (الخلايا الغير مستغلة) وذلك عن طريق تحديد مسار تقويم كل خلية على حدة واحتساب الوفورات في التكاليف (الأرقام السالبة) والزيادات في التكاليف (الأرقام الموجبة) التي تترتب على نقل وحدة واحدة خلال هذه الخلية .

٥- اختار من بين الخلايا المائئة تلك التي تؤدي الى تحقيق أقصى الوفورات في التكاليف (الخلية ذات أكبر قيمة سالبة) وفي حالة تساوى خليتين أو أكثر اختار من بينها تلك التي يمكن نقل أكبر عدد من الوحدات خلالها - كما يتبين من الخطوة التالية ، إذا كانت قيم كل الخلايا المائئة موجبة فقد توصلت الى التوزيع الأمثل .

٦- احسب الحد الأقصى لعدد الوحدات التي يمكن نقلها خلال الخلية المختارة عن طريق تحديد الأركان الموجبة والأركان السالبة لمسار تقويم الخلية - ثم اختار أقل الوحدات الموجودة كل من الأركان السالبة - ويمثل هذا العدد الحد الأقصى للوحدات التي يمكن نقلها خلال الخلية المختارة .

٧- قم بإعادة التوزيع على أساس الخلية المختارة .

٨- كرر الخطوات من ٣ الى ٨ الى أن تصل الى برنامج التوزيع الأمثل .

٣- طريقة التوزيع المعدلة :

لا تختلف طريقة التوزيع المعدلة عن طريقة الحجر التنقل كثيرا ، إلا أنها تؤدي الى روتين أكثر كفاءة في تحديد أفضل الخلايا المائئة الواجب استخدامها . هذا وسنشرح طريقة التوزيع المعدلة عن طريق المثال السابق .

الخطوة الأولى : اعداد جدول التوزيع واجرا التوزيع الحكمي الأول :

كان جدول التوزيع الحكمي الأول في المثال السابق كما يلي (جدول ٤-٧) :

جدول رقم (٤-٧)
التوزيع الحكى الأول طبقا لقاعدة الركن الشمالى الشرقى

من	الى	القاهرة	الاسكندرية	اسيوط	السويس	العرض
باكوس	٣٠٠	٤—	١—	٦—	٥—	٣٠٠
فار هكور	٥٠	٣—	٧—	٢—	٦—	٢٥٠
المحلة	٣—	٣—	١٥٠	٥—	٤—	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

وتتميز طريقة التوزيع المعدلة بأنه عندما يتم تحديد التوزيع المبدئى (الحكى الأول) يتم احتساب مقدار معين لكل صف ولكل عمود فى مصفوفة التوزيع ليتم استخدامها فى تقويم الخلايا المائىة . فمثلا اذا رمزنا للصف بالرمز ص ، حيث ص_١ تعنى الصف الأول ، ص_٢ الصف الثانى . . . وهكذا . واذا رمزنا للعمود بالرمز ع حيث ع_١ تعنى العمود الاول . . . فان كل خلية لابد وأن تقع فى صف معين وعمود معين . وبذلك فاذا كانت :

$$ص = \text{القيمة المعطاه للصف م}$$

$$ع = \text{القيمة المعطاه للعمود ن}$$

وكما سبق وعرفنا فان : $ص \times ع = \text{تكلفة (أو ربح) نقل الوحدة خلال الخلية التى تقع فى الصف م والعمود ن}$ ، فبأننا نقوم بتحديد قيمة كل من ص ، ع من المعادلة الآتية : $ص + ع = \text{التكلفة (أو الربح) من الموجودة فى الخلية الحجرية س}$

لاحظ أنه لا يمكن استخدام التكلفة فى الخلايا المائىة لايجاد قيمة كل من ص ، ع بل يجب أن يقتصر ذلك فقط على استخدام التكلفة الموجودة فى الخلايا الحجرية .

الخطوة الثانية : تحديد قيمة كل من ص ، ع :

فى المشكلة تحت البحث تكون العلاقات المحددة لقيمة كل من ص ، ع كالتالى :

$$١- ص١ + ١ع = ٤- = ١١ت$$

$$٢- ص٢ + ١ع = ٣- = ١٢ت$$

$$٣- ص٢ + ٢ع = ٧- = ٢٢ت$$

$$٤- ص٣ + ٢ع = ٣- = ٢٣ت$$

$$٥- ص٣ + ٣ع = ٥- = ٣٣ت$$

$$٦- ص٣ + ٤ع = ٤- = ٤٣ت$$

لاحظ وجود ستة معادلات في سبعة مجهولات هي : ص١ ، ص٢ ، ص٣ ، ١ع ، ٢ع ، ٣ع ،
ويترتب على ذلك عدم امكانية تحديد قيمة أى من المجهولات ما لم تتحدد قيمة
احداها خارج النموذج .

وسنفترض دائما أن قيمة ١ع = صفر . ويترتب على ذلك مايلي :

١- ١ع = صفر	فرض
٢- ص١ = ١١ت - ١ع = ٤- - صفر = ٤- من (١) والفرض	
٣- ص٢ = ١٢ت - ١ع = ٣- - صفر = ٣- من (٢) والفرض	
٤- ٢ع = ٢٢ت - ص٢ = ٧- - (٣-) = ٤- من (٢) ، (٣)	
٥- ص٣ = ٢٣ت - ٢ع = ٣- - ٢ع = ٣- - (٤-) = ١- من (٤) ، (٥)	
٦- ٣ع = ٣٣ت - ص٣ = ٥- - ١- = ٤- من (٥) ، (٦)	
٧- ٤ع = ٤٣ت - ص٣ = ٤- - ١- = ٣- من (٦) ، (٥)	

لاحظ أننا اقتصرنا في ايجاد قيمة كل من ص٣ ، ٢ع ، ٣ع على استخدام التكاليف الخاصة
بالخلايا المستغلة (أى الخلايا الحجرية) ويترتب على ذلك أن معادلة مثل ص٣ + ٣ع =
٣٢ت هي خلية مائية وليست خلية حجرية .

هذا ويظهر جدول التوزيع الحكمي الأول بقيم كل من ص٣ ، ٢ع ، ٣ع كالاتي
(جدول ٤ - ٧ معدل)

(جدول رقم ٤-٧ معدل)

التوزيع الحكمى الاول مع بيان قيمة كل من ص م ، ع ن

من	الى	١ع = صفر	٢ع = ٤-	٣ع = ٦-	٤ع = ٥-	العرض
٤- = ص ١	٣٠٠	٤-	١-	٦-	٥-	٣٠٠
٣- = ص ٢	٥٠	٣-	٢-	٢٠٠	٦-	٢٥٠
١ = ص ٣	٣-	٢-	١٥٠	٥-	٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

والواقع أنه ليس من الضروري كتابة المعادلات السابقة لاحتساب قيمة كل من ص م ، ع ن حيث يمكن تحديدها ذهنيا بالمران .

الخطوة الثالثة : تقويم الخلايا المائئة عن طريق استخدام قيم ص م ، ع ن :

يتم تقويم الخلايا المائئة عن طريق استخدام المعادلات الآتية :

$$ت^* = ص م + ع ن - ت$$

حيث $ت^*$ = القيمة المعطاه للخلية المائئة س م ن

لاحظ. أننا نستخدم قيم ص م ، ع ن (التى يتم ايجادها عن طريق تكلفة الخلايا الحجرية) لايجاد قيمة الخلايا المائئة وليس العكس .

وباتباع هذه المعادلة تكون قيم الخلايا المائئة كالآتى :

$$\begin{aligned} ت^*_{٢١} &= ص ١ + ٢ع - ت_{٢١} = ٤- - ٤- + ١ = ٢- \\ ت^*_{٣١} &= ص ١ + ٢ع - ت_{٣١} = ٤- - ٦- + ٦ = ٤- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ٤- &= ٥ + ٥ - ٤- = ٤١^+ - ٤ع + ١ص = ٤١^+ \\
 \rightarrow ٧- &= ٢ + ٦ - ٣- = ٣٢^+ - ٢ع + ٢ص = ٣٢^+ \\
 ٢- &= ٦ + ٥ - ٣- = ٤٢^+ - ٤ع + ٢ص = ٤٢^+ \\
 ٤+ &= ٣ + صفر + ١ = ١٣^+ - ١ع + ٣ص = ١٣^+
 \end{aligned}$$

وبمقارنة هذا التقويم بما سبق أن توصلنا اليه فى نفس المرحلة باتباع طريقة الحجر المتنقل نجد أنه لا توجد أى اختلافات على الاطلاق .

الخطوة الرابعة : تعديل التوزيع طبقا لتقويم الخلايا المائية :

فى هذه الحالة — كما كان عليه الحال باتباع طريقة الحجر المتنقل — نجد أن لدينا خليتان يؤديان الى نفس الوفرة فى التكلفة هما س_{١٢} ، س_{٣٢} ومقداره ٧ جنيه لكل وحدة يتم نقلها خلال احدى هاتين الحالتين . واذنا ما قارنا مسار الخليتين لوجدنا أن أقصى كمية يمكن نقلها فى أيهما هى ٢٠٠ وحدة وسنختار هنا س_{٣٢} (وكنا قد اخترنا س_{١٢} سابقا) .

ويكون التوزيع الجديد كما هو مبين فى الجدول الآتى (جدول ٤-٨)

(جدول ٤-٨)
التوزيع الثانى المعدل مع بيان قيمة كل من ص، ع، عن الجديد

من / الى	١ع = ٤-	٣ع = ١	٢ع = صفر	١ع = صفر	٤ع = ١ص
٣٠٠	٥-	٦-	١-	٣٠٠	٤ع = ١ص
٢٥٠	٦-	٢-	٧-	٥٠	٣ع = ٢ص
٦٠٠	٤-	٥-	٣-	٣٥٠	٣ع = ٣ص
١١٥٠	٢٥٠	٢٠٠	٣٥٠	٣٥٠	الطلب

وكما يتضح من الجدول أن التوزيع الجديد ترتب عليه انخفاض عدد الخلايا المستغلة الى خمسة خلايا ، مما يصبح معه من المستحيل ايجاد قيمة كل من ص م ، ع ن لكل م وكل ن (كما يترتب عليه أيضا عدم امكانية تقويم كل الخلايا الغير مستغلة طبقا لطريقة الحجر المتنقل) وتسمى المشكلة بهذه الحالة بالمشكلة المتحللة وذلك لأن شرط عدم التحلل أصبح غير مستوفى .

الخطوة الخامسة : اختبار المشكلة للتحلل ومعالجة الوضع اذا اقتضى الأمر :

وكل ما يلزمنا لمعالجة الوضع في المشكلة المتحللة هو اضافة خلية أخرى للخلايا المستغلة حتى يتمكن من تقويم باقى الخلايا سواء كان ذلك التقويم يتم عن طريق اتباع طريقة التوزيع المعدلة ، أو طريقة الحجر المتنقل . ولنفرض أن أضفنا عدد صغير جدا من الوحدات (من الطن مثلا) لأحد الخلايا غير المستغلة بحيث لا يؤثر ذلك على شرط التوازن : بمعنى أن عدد الوحدات المضافة ضئيل جدا بحيث يترتب على اهلاكه عدم التأثير فى اجمالى الطلب أو العرض . ولنرمز لهذا الحجم الضئيل من الوحدات بالرمز (ϵ) ونضعه فى أحد الخلايا الغير مستغلة لتحويلها الى خلية مستغلة . (لاحظ أننا وضعنا هذا الرمز فى الخلية س ٣) . يترتب على ذلك أن عدد الخلايا المستغلة أصبح مساويا لعدد الصفوف زائداً عدد الأعمدة ناقصا واحد . ومن ثم أصبح شرط عدم التحلل مستوفى .

والآن نتمكن من احتساب قيمة كل ص م وكل ع ن باستخدام تكاليف الخلايا المستغلة بما فيها خلية (ϵ) ، كما سبق فى الخطوة الثالثة . فمثلا :

$$ص م = ٣ = ١٣ - ١٤ = ٢ - ٣ = \text{صفر} = ٣ - ٣$$

$$ع ن = ٤ = ٤٣ - ٣٣ = ٤ - (٣ -) = ١ - ١$$

وهكذا لباقى الصفوف والأعمدة حتى نتوصل للقيم الموجودة فى الجدول .

سادسا : تكرار الخطوات من الثالثة الى الخامسة حتى نصل الى الحل الأمثل :

* تقتضى الخطوة الثالثة تقويم الخلايا الغير مستغلة عن طريق استخدام قيم ص م ، ع ن ويكون التقويم كالآتى :

$$\begin{aligned}
 \text{—} \quad 3_- &= 1 + \text{صفر} + 4_- = 21^+ - 24^+ + 1^+ = 21^+ \\
 3+ &= 6 + 1 + 4_- = 31^+ - 24^+ + 1^+ = 31^+ \\
 \text{صفر} &= 5 + 1 - 4_- = 41^+ - 44^+ + 1^+ = 41^+ \\
 4+ &= 7 + \text{صفر} - 3_- = 22^+ - 24^+ + 2^+ = 22^+ \\
 2+ &= 6 + 1 - 3_- = 42^+ - 44^+ + 2^+ = 42^+ \\
 3+ &= 5 + 1 + 3_- = 33^+ - 44^+ + 3^+ = 33^+
 \end{aligned}$$

وبذلك تكون الخلية س_١ هي الوحيدة التي يترتب عليها وفورات في التكاليف .

* وتتطلب الخطوة الرابعة تعديل التوزيع طبقا لنتيجة تقويم الخلايا المائبة ويكون ذلك

كما هو مبين في الجدول التالي (جدول ٤-٩) .

(جدول ٤-٩)

التوزيع الثالث مع بيان قيمة كل من ص_م ، ع_ن الجديدة

من	الى	١ع = صفر	٢ع = صفر	٣ع = ١	٤ع = ١-	العرض
١ = ١ص	٤-	١-	٣٠٠	٦-	٥-	٣٠٠
٢ = ٢ص	٣-	٥٠	٧-	٢-	٦-	٢٥٠
٣ = ٣ص	٢-	٣٠٠	٣-	٥-	٤-	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

* وتقتضى الخطوة الخامسة معالجة المشكلة للتخلل بعد اختبارها . وباجراء هـ—ذا

الاختبار على الجدول (رقم ٤-٩) نجد أن عدد الخلايا المستغلة ٦ وأن عدد

الصفوف + عدد الاعمدة — ١ يساوى ٦ وبذلك فالمشكلة أصبحت غير متحللة، كما أننا

تخلصنا من (٦) في الخلية س_{٣٣} (حيث ٦ + ٣٠٠ = وذلك لخالء قيمة ٦) .

كما تقتضى هذه الخطوة حساب قيمة كل صم وكل عى وقد قمنا بذلك كما هو مبين فى
الجدول .

* وتقتضى الخطوة السادسة تكرار الخطوات من الثالثة الى الخامسة .

* وطبقا للخطوة الثالثة نقوم بتقويم الخلايا المائىة . ويكون ذلك كالآتى :

$$\begin{array}{l} \text{كل القيم موجبة} \\ \text{يعنى التوزيع} \\ \text{الامثل} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{ت}^+_{11} = \text{ص}^+_{11} + \text{ع}^+_{11} - \text{ت}^-_{11} = 1 - \text{صفر} + 4 = 3 \\ \text{ت}^+_{31} = \text{ص}^+_{31} + \text{ع}^+_{31} - \text{ت}^-_{31} = 1 + 1 - 6 = 2 \\ \text{ت}^+_{41} = \text{ص}^+_{41} + \text{ع}^+_{41} - \text{ت}^-_{41} = 1 - 1 - 5 = 3 \\ \text{ت}^+_{22} = \text{ص}^+_{22} + \text{ع}^+_{22} - \text{ت}^-_{22} = 2 + 2 - 7 = 4 \\ \text{ت}^+_{42} = \text{ص}^+_{42} + \text{ع}^+_{42} - \text{ت}^-_{42} = 2 + 4 - 6 = 2 \\ \text{ت}^+_{33} = \text{ص}^+_{33} + \text{ع}^+_{33} - \text{ت}^-_{33} = 3 + 2 - 1 - 5 = 3 \end{array} \right.$$

ويعنى ذلك أن التوزيع المبين بالجدول (٤-٩) هو التوزيع الأمثل .

وهو نفس التوزيع الذى توصلنا اليه فى الجدول رقم (٤-٦) باتباع طريقة الحجر

المتنقل . كما أن تقويم الخلايا الغير مستغلة هو نفس التقويم الذى توصلنا اليه فى الجدول

رقم (٤-٦) باتباع طريقة الحجر المتنقل أيضا .

٣-١ الطريقتين ومشكلة التحلل :

ويبدو لنا مما سبق أن كل من الطريقتين (طريقة الحجر المتنقل وطريقة التوزيع

المعدلة) يؤدى الى نفس النتيجة . غير أن طريقة التوزيع المعدلة تعتبر أكثر كفاءة فى تقويم

الخلايا الغير مستغلة (الخلايا المائىة) . لاحظ أيضا أن مشكلة التحلل لم تنتج عن

استخدام طريقة التوزيع المعدلة وإنما نتجت من اختيارنا للخلية س_{٣٢} بدلا من الخلية س_{٤١}

التي استخدمناها فى طريقة الحجر المتنقل . وكلاهما يؤدى الى نفس الخفض فى التكلفة .

لاحظ أن مسار كل من الخليتين كان كالآتى :

$$\begin{array}{rcl} \text{مسار س٢١} & = & ٢١س + ١١س - ١٢س - ٢٢س \\ \text{الكميات الموجودة} & = & \text{صفر} \quad ٣٠٠ \quad ٥٠ \quad ٢٠٠ \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{مسار س٣٢} & = & ٣٢س - ٢٢س + ٢٣س - ٣٣س \\ \text{الكميات الموجودة} & = & \text{صفر} \quad ٢٠٠ \quad ١٥٠ \quad ٢٠٠ \end{array}$$

الاركان السالبة فى مسار س٢١ هى ٣٠٠ ، ٢٠٠ وأقلها ٢٠٠ ، يعنى ذلك أن نقل ٢٠٠ وحدة خلال س٢١ يؤدى الى :

$$\begin{array}{rcl} \text{مسار س٢١ بعد التعديل} & = & ٢١س + ١١س - ١٢س - ٢٢س \\ \text{الكميات الموجودة} & = & ٢٠٠ \quad ١٠٠ \quad ٢٥٠ \quad \text{صفر} \end{array}$$

لاحظ أن مسار س٢١ يؤدى الى اخلاء خلية واحدة (س٢٣) مقابل شغل خلية أخرى (س٢١) .

أما الاركان السالبة فى مسار س٣٢ فهى ٢٠٠ ، ٢٠٠ وأقلها ٢٠٠ . ويعنى ذلك أن نقل ٢٠٠ وحدة خلال س٣٢ يؤدى الى :

$$\begin{array}{rcl} \text{مسار س٣٢ بعد التعديل} & = & ٣٢س + ٢٢س - ٢٣س - ٣٣س \\ \text{الكميات الموجودة} & = & ٢٠٠ \quad \text{صفر} \quad ٣٥٠ \quad \text{صفر} \end{array}$$

ويعنى ذلك أن شغل س٣٢ يؤدى الى اخلاء خليتين هما س٢٣ ، س٣٣ وهى الاركان السالبة) مقابل شغل خلية واحدة مما يؤدى الى نقص عدد الخلايا المستغلة وظهور مشكلة التحلل .

وبذلك فلو كنا اخترنا الخلية س٢١ بدلا من الخلية س٣٢ فى طريقة التوزيع المعدلة لما تحللت المشكلة . ولكن تحلل المشكلة كما سبق ورأينا لا يؤدى الى مشاكل هويصة ويمكن التغلب عليه بسهولة، وذلك فاذا أظهر تقويم الخلايا الغير مستغلة أن أكثر من واحدة منها تؤدى الى نفس الوفرة فى التكلفة وأن احداها يؤدى الى تحلل المشكلة ولكنه فى نفس الوقت يسمح بنقل عدد أكبر من الوحدات عن الخلايا الاخرى التى يؤدى استخدامها الى عدم تحلل المشكلة ، فمن الافضل اختيار الاولى رغم ما ينتج عن ذلك من تحلل فى المشكلة يسهل علاجه) وبشرط وضع فى اقل الخلايا الغير مستغلة تكلفة وبحيث تكون هذه

الخلية لم يسبق استغلالها أبداً في الجداول السابقة) حيث أن ذلك سيؤدي في معظم الأحيان إلى التوصل إلى الحل الأمثل في عدد من الخطوات أقل .

لاحظ أيضاً أن مشكلة التحلل قد ينتج عنها الحاجة إلى شغل أكثر من خلية واحدة بكميات ضئيلة (١٦) حتى يمكن التغلب على المشكلة . والواقع أنه ليس هناك أي ضرر أو أي تعقيد يمكن أن ينتج من إضافة أي عدد من الخلايا (١٦) بما يكفي لإعادة شرط عدم التحلل إلى وضع الاستيفاء . ولكنه في هذه الحالة يجب اختيار الخلايا المضافة حكماً بدقة حتى لا تسير المشكلة في حلقة مفرقة، بمعنى أن كل خطوة تالية تؤدي إلى إعادة الأمر إلى ما كان عليه في خطوات سابقة . فإذا حدث ذلك فيجب نقل (١٦) إلى خلية أخرى من الخلايا الغير مستغلة حتى نتفادى الدوران في حلقة مفرقة (وتسمى المشكلة من هذا النوع (a Cycling problem) .

٢-٣ - عدم توافر شرط التوازن Unsatisfied Rim Conditions

افترض أن كل بيانات المشكلة السابقة كما هي فيما عدا أن الطلب على المنتج في الجهات المختلفة كالآتي :

القاهرة	٣٥٠	طن	كما هي
الاسكندرية	٣٥٠	طن	كما هي
أسيوط	٢١٠	طن	بزيادة ١٠ طن
السويس	٢٦٠	طن	بزيادة ١٠ طن
	<u>١١٢٠</u>		

لاحظ أن مجموع الطلب أصبح يزيد عن مجموع العرض بمقدار ٢٠ وحدة وبالتالي فإن شرط التوازن الذي يجب أن يتوفر في مصفوفة التوزيع أصبح غير مستوفى . افترض الآن أننا تخيلنا مصنع وهمي (هـ) ليقوم بإمداد مقدار ٢٠ وحدة واللازمة للوفاً بشرط التوازن . فيصبح التوزيع المبدئي طبقاً لطريقة الركن الشمالي الشرقي كما هو مبين في الجدول رقم (٤-١٠) .

لاحظ أن شرط عدم التحلل مستوفى . ولاحظ أننا اعتبرنا الصفر كتكلفة خلايا صف

(جدول ٤ — ١٠)

التوزيع المبدئي مع مصدر انتاج وهمي ومع قيمة كل من ص م ، ع ن

من	الى	١ع = صفر	٢ع = ٤	٣ع = ٦	٤ع = ٥	العرض
٤ = ١ ص	٣٠٠	٤	١	٦	٥	٣٠٠
٣ = ٢ ص	٥٠	٣	٧	٢	٦	٢٥٠
١ = ٣ ص	٣	٣	٣	٥	٤	٦٠٠
٥ = ١ ص = ٤ ص	٠	٠	٠	٠	٠	٢٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢١٠	٢٦٠	١١٢٠	

- مصدر الانتاج الوهمي وذلك لأنه لن يحدث ويتم نقل أى وحدات خلال هذا الصف فعلا .
- وبمعنى آخر فان التكلفة صفر لن تؤثر على اجمالي التكاليف لبرنامج التوزيع الأمثل .

هذا وقد قمنا باحتساب قيمة كل ص م ، ع ن كما بينا فيما سبق .
 ويعالج الصف الوهمي معالجة أى صف حقيقى آخر حتى يتم التوصل الى برنامج
 التوزيع الأمثل .

* فنقوم بتقويم الخلايا الغير مستغلة بما فيها خلايا الصف الوهمي الغير مستغل كالآتى :

$$\begin{aligned}
 * \rightarrow \quad ٢١^* &= ١ ص + ٢٤ - ٢١ ت = ٤ - ٤ + ١ = ٢ - ٢ \\
 ٣١^* &= ١ ص + ٢٤ - ٣١ ت = ٦ - ٦ + ١ = ٤ - ٤ \\
 ٤١^* &= ١ ص + ٤ - ٤١ ت = ٥ - ٥ + ١ = ٤ - ٤ \\
 ٣٢^* &= ٢ ص + ٢٤ - ٣٢ ت = ٢ + ٢ - ٢ = ٢ - ٢ \\
 ٤٢^* &= ٢ ص + ٤ - ٤٢ ت = ٦ + ٥ - ٢ = ٢ - ٢ \\
 ١٣^* &= ٣ ص + ١ - ١٣ ت = ١ + صفر + ٣ = ٤ +
 \end{aligned}$$

$$٥ + = \text{صفر} - \text{صفر} = ١٤ \text{ ت} - ١٤ \text{ ع} + \text{ص} = ١٤ \text{ ت}^*$$

$$١ + = \text{صفر} - ٤ - ٥ = ٢٤ \text{ ت} - ٢٤ \text{ ع} + \text{ص} = ٢٤ \text{ ت}^*$$

$$٢ - = \text{صفر} - ٦ - ٥ = ٣٤ \text{ ت} - ٣٤ \text{ ع} + \text{ص} = ٣٤ \text{ ت}^*$$

* وبأختيار س_١ يكون جدول التوزيع الثانى كما هو مبين فى الجدول (١١-٤)

(جدول ١١-٤)

التوزيع الثانى مع احتساب قيمة كل ص م ، عن الجديدة

من	الى	١٤ = صفر	٢٤ = ٣	٣٤ = ١	٤٤ = ٢	العرض
٤ = ١ ص	٤ -	١٠٠	١ -	٢٠٠	٥ -	٣٠٠
٣ = ٢ ص	٣ -	٢٥٠	٧ -	٢ -	٦ -	٢٥٠
٦ = ٣ ص	٣ -		٣ -	١٥٠	٤ -	٦٠٠
٣ = ١ ص = ٢ ص	٣ -		٠ -		٠ -	٢٠
الطلب		٣٥٠	٣٥٠	٢١٠	٢٦٠	١١٧٠

* ويكون تقويم الخلايا الغير مستعملة فى الجدول (١١-٤) كالآتى (شرط عدم التحلل متوفر) :

$$٣ + = ٦ + ١ + ٤ - = ٣١ \text{ ت} - ٣٤ \text{ ع} + \text{ص} = ٣١ \text{ ت}^*$$

$$٣ + = ٥ + ٢ + ٤ - = ٤١ \text{ ت} - ٤٤ \text{ ع} + \text{ص} = ٤١ \text{ ت}^*$$

$$٧ + = ٧ + ٣ + ٣ - = ٢٢ \text{ ت} - ٢٤ \text{ ع} + \text{ص} = ٢٢ \text{ ت}^*$$

$$\text{صفر} = ٢ + ١ + ٣ - = ٣٢ \text{ ت} - ٣٤ \text{ ع} + \text{ص} = ٣٢ \text{ ت}^*$$

$$\begin{aligned}
 ٥+ &= ٦+٢+٣- = ٤٢^*ت - ٤ع + ٢ص = ٤٢^*ت \\
 ٣- &= ٣+صفر+٦- = ١٣^*ت - ١ع + ٣ص = ١٣^*ت \\
 ٢- &= ٢+صفر+صفر- = ١٤^*ت - ١ع + ٤ص = ١٤^*ت \\
 ١+ &= ٣+صفر+٢- = ٢٤^*ت - ٢ع + ٤ص = ٢٤^*ت \\
 ١- &= ١+صفر+٢- = ٣٤^*ت - ٣ع + ٤ص = ٣٤^*ت
 \end{aligned}$$

* وباختيار رسم ١ يكون جدول التوزيع الثالث (١٢-٤)

جدول (١٢-٤)

التوزيع الثالث مع احتساب قيمة كل من ص م ع عن الجديدة

من / الى	١ع = ١-	٢ع = ٢-	٣ع = صفر	١ع = صفر	العرض
١ص = ١-	٤-	١-	٣٠٠	٥-	٣٠٠
٢ص = ٢-	٣-	٢-	٧-	٦-	٢٥٠
٣ص = ٣-	٣-	٥-	٣-	٤-	٦٠٠
١ص = ١ع = ١	٠	٠	٠	٠	٢٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٣٥٠	٢٦٠	١١٧٠

* ويكون تقويم الخلايا الغير مستغلة في الجدول (شرط عدم التحلل مستوفى) كالآتي:

$$\begin{aligned}
 ١+ &= ١٤^*ت & ٤+ &= ٢٢^*ت & ٣+ &= ١١^*ت \\
 ١+ &= ٢٤^*ت & ٣- &= ٣٢^*ت & ٢+ &= ٢١^*ت \\
 ١- &= ٣٤^*ت & ٢+ &= ٤٢^*ت & ٣+ &= ٤١^*ت
 \end{aligned}$$

* وباختيار س٣٣ يكون جدول التوزيع الرابع (١٣-٤)
(جدول ١٣-٤)

التوزيع الرابع مع قيمة ص م ، عن الجديدة

من	الى	١٤ = صفر	٢٤ = صفر	٣٤ = ١+	٤٤ = ١-	العرض
ص ١ = ١-	٤-	١-	٣٠٠	٦-	٥-	٣٠٠
ص ٢ = ٢-	٣-	٧-	٤٠	٢-	٦-	٢٥٠
ص ٣ = ٣-	٢-	٣١٠	٥٠	٥-	٤-	٦٠٠
٥ = ١ = ص ٤	٠	٠	٠	٠	٠	٢٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢١٠	٢٦٠	١١٢٠	

* وحيث أن شرط عدم التحلل مستوفى ، فان تقويم الخلايا الغير مستغلة يكون كالاتى :

$$\begin{array}{lll}
 \text{ت}^* ١١ = ٣+ & \text{ت}^* ٢٢ = ٤+ & \text{ت}^* ١٤ = ١+ \\
 \text{ت}^* ٣١ = ٦+ & \text{ت}^* ٤٢ = ٢+ & \text{ت}^* ٢٤ = ١+ \\
 \text{ت}^* ٤١ = ٣+ & \text{ت}^* ٣٣ = ٣+ & \text{ت}^* ٣٤ = ٢+
 \end{array}$$

* وحيث أن قيم الخلايا الغير مستغلة كلها موجبة فان التوزيع المبين فى الجدول (١٣-٤) هو التوزيع الامثل ، ويتقضى ارسال :

الى القاهرة :	٤٠	وحدة من فارسكور تكلفتها	١٢٠	جم
	٣١٠	وحدة من المحلة تكلفتها	٩٣٠	
المجموع	٣٥٠ =	الطلب	١٠٥٠	
الى الاسكندرية:	٣٠٠	وحدة من باكوس تكلفتها	٣٠٠	
	٥٠	وحدة من المحلة تكلفتها	١٥٠	
المجموع	٣٥٠ =	الطلب	٤٥٠	

الى أسيوط :	٢١٠	وحدة من فارسكور تكلفتها	جنييه ٤٢٠	جنييه
المجموع	<u>٢١٠</u>	= الطلب	٤٢٠	
الى السويس:	٢٤٠	وحدة من المحلة تكلفتها	٩٦٠	
	(٢٠٠)	وحدة وهمية تكلفتها	صفر	
	٢٤٠	وحدة حقيقية أقل من الطلب	٩٦٠	
		بمقدار ٢٠ وحدة مسنن		
		الوحدات الوهمية .		
اجمالى تكلفة برنامج التوزيع الامثل			<u>٢٨٨٠</u>	

٣-٣- وجود محددات أخرى :

١- يمكن إدخال أى محددات أخرى على نموذج مشكلة التوزيع بشرط تناسق هذه المحددات مع متطلبات الطريقة . فاذا كانت الشركة فى مثالنا السابق مثلا تلتزم بموجب عقد جزائى بتوريد كل الكميات المطلوبة فى السويس (٢٦٠ طن) والا التزمت بدفع غرامة معينة عن كل طن لا يتم توريده ، فانه فى هذه الحالة يمكن أن نتخذ هذا الشرط فى الاعتبار عن طريق اعطاء تكلفة كبيرة جدا لنقل الطن من مصدر الانتاج الوهمى الى السويس . ويمكن فى الواقع اعتبار قيمة الغرامة للطن بمثابة تكلفة نقل طن وهمى (أى نقص الكميات المرسله للسويس بمقدار طن حقيقى) من مصدر الانتاج الوهمى الى السويس . فمثلا اذا كانت الشركة ملزمة بغرامة قدرها ١٠٠ جم عن كل طن لا يتم توريده من الـ ٢٦٠ طن الى السويس فان تكلفة الخلية س ع فى الجداول الاربعة السابقة تصبح ت ع = ١٠٠ بدلا من صفر ويتم حل المشكلة على هذا الاساس . والواقع أنه فى هذه الحالة يمكن اتباع أحد طريقتين :

أ- الاولى تقتضى حل المشكلة دون التقييد بالمحددات الاضافية (دون أن نأخذ فى الاعتبار أن طلب السويس يجب أن يتم استيفائه بالكامل فى هذا المثال) . ثم بعد ذلك نقيم الحل الامثل باضافة المحددات الاضافية . وينتج عن هذه الطريقة معلومات اضافية تساعد فى تقييم تكلفة المحددات الاضافية على برنامج التوزيع الامثل .

ب- الثانية تقتضى أن يتم تكوين نموذج المشكلة من البداية بحيث يأخذ فى الاعتبار كل المحددات . وينتج عن ذلك التوصل الى الحل الامثل مباشرة والذي يفى بمقتضىيات

كل المحددات (نفس المثال تحت البحث مثلا يتم اعتبار $\epsilon = 100$ منذ الجدول الاول الذي يمثل التوزيع الحكمي الاول) .

والواقع أن الطريقة الاولى - رغم احتياجها الى بعض الجهد الاضافي - تعتبر أفضل حيث تساعد البيانات الناتجة منها في تقويم التكلفة الاقتصادية للمحددات الاضافية المفروضة على المشكلة .

فبعد التوصل الى الحل الأمثل المبين في الجدول (١٣-٤) دعنا نعتبر $\epsilon = 100$ فيصبح الجدول (١٣-٤) المعدل بهذا التغيير كما يلي (جدول ١٤-٤) .

(جدول ١٤-٤)

التوزيع الرابع المعدل بتكلفة ϵ الجديدة وقيم كل صم على الملائمة

من	الى	$\epsilon = 1$ صفر	$\epsilon = 2$ صفر	$\epsilon = 3$ ١	$\epsilon = 4$ ١	العرض
١ = ١ ص	٤ -	١ -	٣٠٠	٦ -	٥ -	٣٠٠
٢ = ٢ ص	٣ -	٤٠	٧ -	٢ -	٦ -	٢٥٠
٣ = ٣ ص	٣ -	٣١٠	٣ -	٥ -	٤ -	٦٠٠
٤ = ٤ ص	٠ -	٠ -	٠ -	٠ -	١٠٠ -	٢٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢١٠	٢٦٠	١١٧٠	

وحيث أن شرط عدم التحلل مستوفى ، فان تقويم الخلايا الغير مستغلة في الجدول يكون كالآتي :

$$\begin{array}{lll}
 \begin{array}{l}
 * \rightarrow 19 - = 14 \text{ ت}^* \\
 19 - = 24 \text{ ت}^* \\
 18 - = 34 \text{ ت}^*
 \end{array}
 &
 \begin{array}{l}
 4 + = 12 \text{ ت}^* \\
 2 + = 42 \text{ ت}^* \\
 3 + = 33 \text{ ت}^*
 \end{array}
 &
 \begin{array}{l}
 3 + = 11 \text{ ت}^* \\
 3 + = 31 \text{ ت}^* \\
 3 + = 41 \text{ ت}^*
 \end{array}
 \end{array}$$

وباختيار س ١ يكون جدول التوزيع الخامس كالآتي : (جدول ٤-١٥)
جدول (٤-١٥)

التوزيع الخامس وقيم كل ص م ، عن الملائمة

من	الى	١ع = صفر	٢ع = صفر	٣ع = ١	٤ع = ١	العرض
١ = ١ ص	٤ -	١ -	٣٠٠	٦ -	٥ -	٣٠٠
٢ = ٣ ص	٣ -	٢ -	٤٠	٢ -	٦ -	٢٥٠
٣ = ٣ ص	٣ -	٣ -	٢٩٠	٥٠	٤ -	٦٠٠
٤ = ص = صفر	٢٠	٠	٠	٠	١٠٠ -	٢٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢١٠	٢٦٠	١١٧٠	

وحيث أن شرط عدم التحلل مستوفى فإن تقويم الخلايا الغير مستغلة في الجدول يكون كالآتي :

$$\begin{array}{lll}
 \text{ت}^* ١١ = ٣ + & \text{ت}^* ٢٢ = ٤ + & \text{ت}^* ٢٤ = \text{صفر} \\
 \text{ت}^* ٣١ = ٦ + & \text{ت}^* ٤٢ = ٢ + & \text{ت}^* ٣٤ = ١ + \\
 \text{ت}^* ٤١ = ٣ + & \text{ت}^* ٣٣ = ٣ + & \text{ت}^* ٢٤ = ٩٩
 \end{array}$$

وبتبيين من ذلك أن التوزيع المبين في الجدول (٤-١٥) هو التوزيع الامثل في ظل مقتضيات ضرورة الوفاء بطلب السويس بالكامل، وذلك عن طريق خفض الكميات المرسله للقاهرة بمقدار ٢٠ وحدة . لاحظ أن وجود قيمة مساوية للصفر في تقويم أحد الخلايا الغير مستغلة يعنى امكان التوصل الى نفس الحل الامثل عن طريق استخدام هذه الخلية . وتكون تكلفة الحل الجديد (بعد احتسابها) معاوية ٢٩٠٠ جم، أى بزيادة عن الحل السابق قدرها ٢٠ جم وهى كالآتي :

أرسال ٢٠ وحدة إضافية من المحلة للسويس يكلف $٨٠ = ٤ \times ٢٠$ جم
ومدم ارسال ٢٠ وحدة من المحلة للقاهرة يترتب عليه توفير $٦٠ = ٣ \times ٢٠$

الزيادة الصافية في التكلفة نتيجة هذا التعديل ٢٠ جم

لاحظ أننا توصلنا للحل الامثل مرتين . المرقأأولى في الجدول (٤-١٣) من غير قيد الوفا* بطلب السويس والفرقة الثانية في الجدول رقم (٤-١٥) بطلب السويس مستوفى . وبالتالي تكون التكلفة لاقتصادية لشرط الوفا* بطلب السويس بالكامل ٢٠ جم . ومعنى ذلك أنه اذا كانت اجمالي الغرامة التي تتحملها الشركة لا تزيد من ٢٠ جم (في هذا المثال) اذا لم يتم استيفاء طلب السويس بالكامل فان من مصلحة الشركة عدم استيفائه . أما اذا كانت الغرامة تزيد عن ٢٠ جم فان من مصلحة الشركة استيفاء الطلب بالكامل . لاحظ أننا اذا اتبعنا الطريقة الثانية فتوصلنا الى الحل الامثل المبين في الجدول رقم (٤-١٥) فقط دون التوصل الى الحل الامثل المبين في الجدول رقم (٤-١٣) لما أمكننا تحديد التكلفة لاقتصادية للشرط الاضافي الذي يقضى بالوفا* بطلب السويس بالكامل .

٢- وكما ان آخر للمجددات الاخرى التي يمكن أن تفرض على مشكلة التوزيع، افترض البيانات الخاصة بالمثال السابق بعد تعديلها كالآتي :

طاقة المصانع الثلاثة مجتمعة
طاقة لتوزيع (النقل) الموجودة في كل من :

٣٠٠	طن	باكوس
٢٥٠	طن	فارسكور
٦٠٠	طن	المحلة

١١٥٠

الطلب المتوقع في مراكز التوزيع المختلفة :

٣٠٠	طن	الاسكندرية
٣٥٠	طن	القاهرة
٢٠٠	طن	أسيوط
٢٥٠	طن	السويس

١١٠٠

المجموع

- لاحظ في هذه الحالة أن (١) طاقة التوزيع تزيد عن طاقة الانتاج بمقدار ١٠٠ طن .
 (٢) الطلب يزيد عن طاقة الانتاج بمقدار ٥٠ طن ويقل عن
 طاقة التوزيع بمقدار ٥٠ طن .
 ومعنى ذلك أن (١) ٥٠ طن من اجمالي الطلب لن يتم استيفائها لعجز الطاقة الانتاجية .
 (٢) ١٠٠ طن من طاقة التوزيع سوف تظل عاطلة وذلك لعجز الطاقة
 الانتاجية أيضا .

فإذا ما أضفنا مصدر انتاج وهمي ليقوم بانتاج ٥٠ وحدة وهمية لتغلبنا على المشكلة
 الاولى . كما أننا اذا أضفنا مركز طلب وهمي ليمتص ١٠٠ وحدة توزيع وهمية لتغلبنا على
 المشكلة الثانية ويكون جدول بيانات المشكلة طبقا لذلك كالاتى :

جدول (٤ - ١٦)

جدول بيانات المشكلة

من / الى	القاهرة	الاسكندرية	اسيوط	السويس	وهي	العرض
باكوس	٤-	١-	٦-	٥-	٠	٣٠٠
فارسكور	٣-	٧-	٢-	٦-	٠	٢٥٠
المحلة	٣-	٣-	٥-	٤-	٠	٦٠٠
وهي	٠	٠	٠	٠	٧-	٥٠
الطلب	٣٠٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١٠٠	١٢٠٠

لاحظ أننا وضعنا تكلفة كبيرة جدا (٧ -) في الخلية س ه وذلك لالغاء احتمال
 توزيع أى وحدات وهمية على مراكز الطلب الوهمية ، كما أن مراكز الطلب الوهمي لا بد وأن
 تستوفى طلبها من طاقة التوزيع الحقيقية . وهذا ضرورى لأن طاقة مركز الانتاج الوهمي غير
 موجودة أصلا ، كما أن مركز الطلب الوهمي غير موجود أصلا والغرض من اضافتها الى جدول
 المشكلة هو تمكيننا من ايجاد الحل الامثل في ظل الظروف المتوفرة . فإذا ما سمحنا لمركز

الانتاج الوهمى بالوفاء بطلب مركز الطلب الوهمى لما تمكنا من تحديد برنامج الاستغلال الامثل لطاقة التوزيع الفعلية والتي تزيد عن طاقة الانتاج الفعلية بمقدار ١٠٠ وحدة (وليس ٥٠ وحدة) .

أما باقى الخلايا الوهمية فتكلفتها صفر لأنها لن تؤثر فى تكلفة برنامج الانتاج والتوزيع الأمثل .

ومتى تم وضع نموذج المشكلة فى الصورة الملائمة فان خطوات الحل لن تختلف عن الخطوات المبينة فيما سبق . (للقارىء أن يقوم بحل هذه المشكلة بكل من طريقتى الحجر المتقل وطريقة التوزيع المعدلة) .

٣- ٤- ملخص خطوات طريقة التوزيع المعدلة :

- ١- تم باعداد جدول بيانات المشكلة .
- ٢- تم باجراء التوزيع المبدئى (الحكمى الأول) أما طبقا لطريقة الركن الشمالى الشرقى السابق استخدامها أو طبقا لطريقة فوجل التقريبية كما سيرد شرحها فيما بعد .
- ٣- حدد قيم الصفوف والاعمدة عن طريق المعادلتين الآتيتين :

$$ع = صفر$$

$$ص م + ع ن = ت م ن$$

٤- تم بتقويم الخلايا المائبة طبقا للمعادلة الآتية :

$$ت م ن = ص م + ع ن - ت م ن$$

حيث $ت م ن$ = التكلفة أو الربح فى الخلية $س م ن$

٥- اذا كان تقويم كل الخلايا المائبة موجب - فقد توصلت الى برنامج التوزيع الامثل .

٦- اذا كان تقويم أحد أو بعض الخلايا المائبة سالب فقم باختيار الخلية ذات أصغر

قيمة سالبة جبريا .

٧- حدد أقصى عدد من الوحدات يمكن أن يتم نقلها خلال هذه الخلية المختارة

وذلك عن طريق تحديد مسار تقويمها واختيار أقل الأركان السالبة فى الخلية المختارة .

٨- أعد التوزيع بحيث تضع الكمية الموجودة في أقل الأركان السالبة في الخليقة الختارة .

٩- كرر الخطوات من الثالثة الى الثامنة حتى يصبح تقويم كل الخلايا المائيه موجب فتكون قد توصلت الى التوزيع الامثل .

هذا ويمكن التعبير عن قيم الخلايا المائيه كالآتى :

١- وجود قيمة موجبة يعنى مقدار الزيادة في التكلفة (أو الانخفاض في الربح) لكل وحدة يتم نقلها (أو تخصيصها) خلال هذه الخلية (لهذه الخلية) ، وذلك بعد اجراء كل التعديلات اللازمة في بقية برنامج التوزيع (التخصيص) .

٢- وجود قيمة سالبة يعنى مقدار النقص في التكلفة أو (الزيادة في الارباح) نتيجة نقل وحدة واحدة (تخصيص وحدة واحدة) خلال هذه الخلية (لهذه الخلية) وذلك بعد اجراء كل التعديلات اللازمة في بقية برنامج التوزيع (التخصيص) .

٣- اذا كانت قيمة أحد أو بعض الخلايا المائيه تساوى صفر بينما قيمة باقى الخلايا المائيه موجبة فان معنى ذلك أنه يوجد أكثر من حل بديل يعطى نفس القيمة المائيه للهدف وذلك باستخدام الخلية (أو الخلايا) التى تساوى قيمتها الصفر .

٤- طريقة فوجل التقريبية :

كانت القاعدة التى قضا باتباعها حتى الآن لاجراء التوزيع الحكمى الاول (التوزيع المبدئى) هى قاعدة الركن الشمالى الشرقى ، والتى قد يترتب عليها فى الكثير من الاحيان ابتعاد التوزيع المبدئى عن التوزيع المثالى بدرجة كبيرة . وبذلك فقد يتطلب الأمر زيادة عدد الخطوات التى يتم اتخاذها للتوصل الى التوزيع الأمثل اذا تم اجراء التوزيع المبدئى طبقا لقاعدة الركن الشمالى الشرقى .

وتعتبر طريقة فوجل التقريبية من الطرق الأكثر كفاءة للتوصل الى توزيع مبدئى يقرب كثيرا من التوزيع المثالى . وفى واقع الأمر تؤدي هذه الطريقة الى الحل الأمثل مباشرة لمعظم مشاكل التوزيع . ولكنه فى بعض الأحيان قد يلزم استخدام أحد الطريقتين السابقتين

(الحجر المتنقل أو طريقة التوزيع المعدلة) للتوصل الى الحل الأمثل من التوزيع المبدئى الذى ينتج عن طريقة قوغل التقريبية .
هذا وسنقوم ببيان خطوات الطريقة عن طريق مثال تطبيقي .

افترض أن احدى الشركات تقوم بإنتاج منتج نمطى واحد فى ثلاث مصانع تقع فى ثلاث جهات مختلفة . وكان اجمالى الطاقة الانتاجية للمصانع الثلاثة مجتمعة ١٥٠٠ كما تقوم الشركة بتوزيع انتاجها من كل المصانع الثلاثة على أربعة أسواق مختلفة . ويتم نقل المنتج من مصدر الانتاج الى مقر التوزيع فى كل من الاسواق الاربعة عن طريق متعهد نقل متخصص لكل مصدر من مصادر الانتاج . وكانت طاقة التوزيع المتوفرة لدى متعهدى النقل الثلاثة كالتالى :

مقر المصنع	متعهد النقل	طاقة التوزيع بالوحدة	طاقة المصنع بالوحدة
أسوان	شركة عمر	٦٠٠	٥٠٠
السويس	شركة حسين	٧٠٠	٦٠٠
مطروح	شركة اللوجى	٤٠٠	٤٠٠
		<u>١٧٠٠</u>	<u>١٥٠٠</u>

وكان الطلب على المنتجات فى كل من الاسواق الاربعة كالتالى :

مقر السوق	الطلب الاجمالى بالوحدة
القاهرة	٤٥٠
الاسكندرية	٣٥٠
أسيوط	٢٠٠
التصدير	٦٠٠
الاجمالى	<u>١٦٠٠</u>

غير أنه لاختلاف المسافات بين مراكز الانتاج المختلفة فان الربح المباشر على الوحدة من المنتج فى الاسواق المختلفة يختلف طبقا لمصدر الانتاج الذى يتم نقل المنتج منه الى مقر السوق . ويرجع ذلك الى سببين ، أولا : لاختلاف مصاريف النقل للوحدة

بين مراكز الانتاج ومراكز التوزيع ، وثانيا ، لاختلاف التكلفة المتغيرة للوحدة فى كل مصنع من المصانع الثلاثة عنها فى المصانع الأخرى .

ومن فحص حسابات التكاليف للشركة تبين أن الربح المباشر للوحدة (بعد استبعاد مصاريف النقل المتغيرة) كان كالاتى (بالجنيه) :

مقر المصنع	أسوان	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	التصدير
٤	٣	٥	٢		
٧	٨	٦	٤		
٣	٤	١	٣		

هذا وتقتضى السياسة العامة للدول والوفاء بطلب التصدير بالكامل . والمرغوب هو ايجاد برنامج التوزيع الأمثل الذى يحقق أقصى قدر ممكن من الارباح فى ظل الظروف والمحددات السابقة .

الخطوة الأولى : وضع بيانات المشكلة فى صورة جدول (مصفوفة) :

قبل أن نتمكن من وضع البيانات السابقة فى صورة جدول دعنا نحدد آثار كل منها على مشكلة التوزيع بالتحديد .

ففيما يتعلق بطاقة التوزيع المتوفرة لدى متعهدى النقل فهى لا تمثل فى الواقع أى حدود على المشكلة حيث تزيد الطاقة فى كل مركز من مراكز الانتاج أو تساوى الطاقة الانتاجية للمركز نفسه، ولما كانت مصاريف نقل الوحدة من كل مركز انتاج الى مقار الاسواق المختلفة قد تم اتخاذها فى الاعتبار عند تحديد الربح المباشر للوحدة فى كل سوق من الاسواق ، فاننا يمكن أن نهمل كل من بطاقة التوزيع ومصاريف النقل فى هذه الحالة .

أما فيما يتعلق بالطلب والعرض فنجد أن شرط التوازن غير متوفر ومن ثم يجب اضافة مصدر انتاج وهمى لكى يفى بكمية وهمية تكفى لتحقيق شرط التوازن (٠٠ وحدة) .

ولما كان من الضرورى الوفاء باحتياجات التصدير بالكامل — فاننا يمكن أن نحقق ذلك بأن نجعل الارباح المحققة فى الخليقة التى تمثل تقاطع صف مصدر الانتاج الوهمى مع عمود التصدير ضئيلة جدا وذلك بحيث نضمن استيفاء طلب التصدير بالكامل من مصادر

الانتاج الحقيقية • ويمكن أن يتم ذلك كما سبق ورأينا أما منذ البداية أو بعد التوصل إلى الحل الأمثل دون قيد التصدير كما سبق وبيننا • هذا وسنضيف شرط الوفاء بطلب التصدير هنا منذ البداية •

وطبقا لذلك يكون جدول بيانات المشكلة كالآتي (جدول ٤-١٧) •

جدول (٤-١٧)

جدول بيانات المشكلة

من / إلى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	التصدير	العرض
أسوان	٤	٣	٥	٢	٥٠٠
السويس	٧	٨	٦	٤	٦٠٠
مطروح	٣	٤	١	٣	٤٠٠
وهمي	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٠	١٠٠
الطلب	٤٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٦٠٠	١٦٠٠

لاحظ أننا وضعنا أرباح مباشرة قدرها ١٠٠ جنيه على كل وحدة من مصدر الإنتاج الوهمي يتم تخصيصها لكل من القاهرة أو الاسكندرية أو أسيوط بالتساوي • كما اعتبرنا الأرباح المباشرة على الوحدة الوهمية التي يتم تخصيصها للتصدير صفر حتى يتم استيفاء شرط التصدير • لاحظ أنه من المهم جدا أن تكون الأرباح المحققة على الوحدة في باقى خلايا الصف الوهمي متساوية (١٠٠ جنيه في هذه الحالة) حتى لا يؤثر ذلك على برنامج التوزيع الأمثل للإنتاج الحقيقي على هذه الأسواق • فإذا جعلنا $t_1 = 100$ بينما جعلنا كل من t_2 ، t_3 يساوي ٥٠ مثلا فسوف يترتب على ذلك تلقائيا تخصيص الإنتاج الوهمي للقاهرة • بينما إذا تساوت الأرباح المباشرة في كل من t_1 ، t_2 ، t_3 فإن تخصيص الإنتاج الوهمي سوف يتوقف على برنامج التخصيص

الأمثل للانتاج الحقيقى .

لاحظ أيضا أن الارباع المباشرة تظهر فى مربعات صغرى فى الركن الشمالى الشرقى لكل خلية بأشارة موجبة .

هذا وسنقوم فيما يلى ببيان كيفية اجراء التوزيع المبدئى طبقا لطريقة فوجل —————
التقريبية .

الخطوة الثانية : قم باحتساب الفروق المطلقة بين أكبر عنصرين فى كل صف وكل عمود :

فمثلا اذا أخذنا الصف الأول يكون الفرق كالآتى :

$$\begin{array}{r} \text{أكبر رقم (يقع فى العمود الثالث)} \\ \text{الرقم التالى له (يقع فى العمود الأول)} \\ \hline \text{الفرق} \end{array}$$

واذا أخذنا العمود الثانى :

$$\begin{array}{r} \text{أكبر رقم (يقع فى الصف الرابع)} \\ \text{الرقم التالى له (يقع فى الصف الثانى)} \\ \hline \text{الفرق} \end{array}$$

وهكذا الى أن يتم احتساب الفروق المطلقة لكل الصفوف والاعمدة ثم نضع هذه الفروق على قمة كل صف وإلى يسار كل عمود كما هو مبين فى الجدول التالى (١٨-٤)
(جدول ١٨-٤)

جدول بيانات المشكلة مع بيان فروق طريقة فوجل التقريبية

		١	٩٤	٩٢	٩٣	
من	الى	التصدير	أسيوط	الاسكندرية	القاهرة	
اسوان	١	٥٠٠	٣	٥	٣	٤
السويس	١	٦٠٠	٤	٦	٨	٧
مطروح	١	٤٠٠	٣	١	٤	٣
وهى	٠	١٠٠	١٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
الطلب		١٦٠٠	٦٠٠	٢٠٠	٣٥٠	٤٥٠

الخطوة الثالثة : اختيار الصف والعمود الذى يحتوى على أكبر الفروق (المطلقة) :
وفى هذه الحالة يكون العمود الثالث (أسيوط) هو الذى يحتوى على أكبر الفروق (١٤) .

الخطوة الرابعة : قم بتخصيص أكبر كمية ممكنة للخلية التى تشتمل على أكبر العناصر جبريا (اكبر الارباح أو أقل التكاليف) :

وفى هذه الحالة تكون الخلية س٤م٣ هى الخلية المناسبة وتكون أكبر كمية يمكن استيفائها فى هذه الخلية هى ١٠٠ وحدة (طاقة مصدر الانتاج الوهمى) .

الخطوة الخامسة : اشطب الصف أو العمود الذى يتم استيفاء احتياجاته بالكامل من الخطوة السابقة :

وفى هذه الحالة تقوم بشطب (شطب خفيف حيث نحتاج للبيانات فيما بعد)
الصف الرابع .

الخطوة السادسة : أعد احتساب الفروق كما سبق فى الخطوة الثانية للصفوف والاعمدة الباقية ، دون الصفوف أو الاعمدة المشطوبة :

وفى هذه الحالة تقوم باعادة احتساب الفروق لكل الصفوف والاعمدة دون الصف الرابع وعلى اعتبار أنه كما لو كان غير موجود فى الجدول .

هذا ويظهر الجدول التالى (١٤-١٩) الخطوات من الثالثة الى السادسة .
لاحظ أننا شطبنا الصف الاخير بعلامة x فى كل خلاياه فيما عدا الخلية المستغلصة .

جدول (١٤-١٩)

اتمام الجولة الاولى من خطوات طريقة فوجل التقريبية

من	الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	التصدير	العرض
اسوان	٤	٣	٥	٣	٥٠٠	١
السويس	٧	٨	٦	٤	٦٠٠	١
مطروح	٣	٤	١	٣	٤٠٠	١
وهمى	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	x
الطلب	٤٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٦٠٠	١٦٠٠	x

الخطوة السابعة : كرر الخطوات من الثالثة الى السادسة حتى يتم تخصيص كل الكميات المتوفرة :

- * وطبقا للخطوة الثالثة ، نختار العمود الثانى .
- * وشخص ٣٥٠ وحدة من السويس الى الاسكندرية فى الخلية س_{٢٢} طبقا للخطوة الرابعة .
- * ويترتب على ذلك استيفاء احتياجات الاسكندرية فنقوم بشطب العمود الثانى طبقا للخطوة الخامسة .
- * وتتطلب الخطوة السادسة اعادة احتساب الفروق .
- * وتظهر هذه الخطوات كما هو مبين فى الجدول (٤ - ٢٠) .

جدول (٤ - ٢٠)

اتمام الجولة الثانية من خطوات طريقة فوجل التقريبية

من / الى	٣	٤ x	١	١	العرض
	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	التصدير	
اسوان	٤	٣ x	٥	٣	٥٠٠
السويس	٧	٨	٦	٤	٦٠٠
مطروح	٣	٤ x	١	٣	٤٠٠
وهمسى	١٠٠ x	١٠٠ x	١٠٠	١٠ x	١٠٠
الطلب	٤٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٦٠٠	١٢٠٠

وبالنظر فى الجدول نجد أن العمود الأول يحتوى على أكبر الفروق .
ومن ثم نقوم بتكرار الخطوات السابقة حتى يتم التوزيع كما هو مبين فى
الجدول التالى (جدول ٤ - ٢١) .

جدول (٢١-٤)
التوزيع الحكمي الأول طبقا لطريقة فوجل التقريبية
مع احتساب قيم ص م ، ع بن .

من	الى	١٤ = صفر	٢٤ = ١	٣٤ = ١	٤٤ = ١	العرض
ص ١ = ٤	٤	٢٠٠	٣	١٠٠	٣	٥٠٠
ص ٢ = ٧	٧	٢٥٠	٨	٣٥٠	٤	٦٠٠
ص ٣ = ٤	٣		٤		٣	٤٠٠
هـ = ص ٤ = ١٩ م	١٠٠		١٠٠		١٠٠	١٠٠
الطلب	٤٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٦٠٠	١٦٠٠	

ثم نتبع اما طريقة الحجر المتقل أو طريقة التوزيع المعدلة لتقويم الخلايا الغير مستغلة . وسنقوم هنا باتباع طريقة التوزيع المعدلة . وقد تم احتساب قيم ص م ، ع بن ومن ثم يكون تقويم الخلايا الغير مستغلة كالآتي :

$$\begin{array}{l}
 \begin{array}{l}
 \text{ت}^* ٢١ = ٢ + \\
 \text{ت}^* ٣٢ = ٢ + \\
 \text{ت}^* ٤٢ = ٢ +
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{ت}^* ١٣ = ١ + \\
 \text{ت}^* ٢٣ = ١ + \\
 \text{ت}^* ٣٣ = ٤ +
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{ت}^* ١٤ = ١ - \\
 \text{ت}^* ٢٤ = \text{صفر} \\
 \text{ت}^* ٤٤ = ٩٨ +
 \end{array}
 \end{array}$$

لاحظ أن ت هنا تشير الى الارباح المباشرة وليست رمزا للتكلفة كما سبق ففى المشاكل السابقة . ولاحظ أيضا أن قواعد طريقة التوزيع المعدلة لا تتغير . بصرف النظر عن كون المشكلة تهدف الى تحقيق أقصى قدر من الارباح أو التوصل الى أدنى حد للتكلفة فوجود قيمة سالبة لأي خلية مائية يعنى امكانية زيادة الارباح (أو خفض التكلفة) اذا ما تم استغلال هذه الخلية .

لاحظ أيضا أنه إذا تم استخدام طريقة الحجر المتقل لتقويم الخلايا الغير مستغلة فان اشارات التقويم سوف تكون عكسية للاشارات التي يتم الحصول عليها باستخدام طريقة التوزيع المعدلة اذا كان الهدف هو تعظيم الأرباح . وبذلك فطبقا لطريقة الحجر المتقل تكون الخلية المائية ذات أعلى قيمة موجبة هي الواجبة الاستغلال اذا كانت المشكلة تهدف الى تحقيق أقصى قدر ممكن من الأرباح . وبذلك فتقويم الخلايا الغير مستغلة طبقا لطريقة الحجر المتقل لهذه المشكلة تكون كالآتي :

$$\begin{aligned}
 2- &= 8-7+4-3 = 22^T - 12^T + 11^T - 21^T = 21^* \\
 2- &= 5-4+7-6 = 31^T - 11^T + 13^T - 32^T = 32^* \\
 2- &= 3-4+7-4 = 41^T - 41^T + 13^T - 42^T = 42^* \\
 1- &= 4-3+3-3 = 11^T - 41^T + 43^T - 13^T = 13^* \\
 &22^T - 12^T + 11^T - 41^T + 43^T - 23^T = 23^* \\
 1- &= 8-7+4-3+3-4 = \\
 4- &= 5-3+3-1 = 31^T - 41^T + 43^T - 33^T = 33^* \\
 \rightarrow 1+ &= 4-5+100-100 = 11^T - 31^T + 34^T - 14^T = 14^* \\
 &22^T - 12^T + 11^T - 31^T + 34^T - 24^T = 24^* \\
 &8-7+4-5+100-100 = \text{صفر} \\
 98- &= 100-5+3-0 = 34^T - 31^T + 41^T - 44^T = 44^* \\
 &\text{وباستغلال الخلية } 14 \text{ يكون التوزيع المعدل كما هو مبين بالجدول (٢٢-٤)} \\
 &\text{(جدول ٢٢-٤)}
 \end{aligned}$$

التوزيع الثاني المعدل واحتساب قيمة كل من ص م ، ع الجديدة

من / الى	١٤ = صفر	٢٤ = ١	٣٤ = ١	٤٤ = ١	العرض
٤ = ١ ص	١٠٠ ٤	٢٠٠ ٣	٢٠٠ ٥	٢٠٠ ٣	٥٠٠
٧ = ٢ ص	٢٥٠ ٧	٣٥٠ ٨	٢٠٠ ٦	٢٠٠ ٤	٦٠٠
٤ = ٣ ص	١٠٠ ٣	١٠٠ ٤	١٠٠ ١	٤٠٠ ٣	٤٠٠
١٠٠ = ٤ ص	١٠٠ ١٠٠	١٠٠ ١٠٠	١٠٠ ١٠٠	١٠٠ ١٠	١٠٠
الطلب	٤٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٦٠٠	١٦٠٠

ويكون تقويم الخلايا الغير مستغلة كالآتى :

$$\begin{array}{lll} 1 + = 2^* & 1 + = 1^* & 2 + = 2^* \\ 1 + = 3^* & 1 + = 2^* & 2 + = 3^* \\ 9 + = 4^* & 4 + = 3^* & 2 + = 4^* \end{array}$$

ومن ثم يصبح برنامج التوزيع المبين فى الجدول (٤-٢٣) التوزيع الامثل والذي يعترض عليه تحقيق أرباح قدرها ٧٧.٥٠ جم . لاحظ أننا توصلنا اليه فى خطوة واحدة . بعد اجرا التوزيع المبدئى على أساس طريقة فوجل التقريبية (للقارى أن يقوم بحل المشكلة على أساس اجرا التوزيع المبدئى طبقا لطريقة الركن الشمالى الشرقى ويقارن عدد الخطوات . وعلى القارى أن يلاحظ أيضا أن التوزيع المبدئى طبقا لطريقة فوجل يمكن اجرائه بدوراته المتعددة على جدول واحد دون الحاجة الى تصوير جداول جديدة لكل دورة جديدة) .

٥ - النموذج الرياضى لمشكلة التوزيع :

تعتبر مشكلة التوزيع حالة خاصة من نموذج البرمجة الخطية . وبذلك فيمكن التوصل الى الحل الامثل لمشاكل التوزيع عن طريق استخدام اسلوب السمبلكس The Simplex method بطريقة مباشرة . فیر أنه لما للمشكلة من خصائص مميزة فانها تجعل استخدام طريقة السمبلكس أكثر تكلفة من بعض الطرق الحاسوبية التى تم تصميمها خصيصا لحل مشاكل التوزيع . ولن نتعرض فى هذا البند الى هذه الطرق الخاصة حيث نتركها الى بحث مقبل . وسنختتم هذا الفصل بوضع نموذج البرمجة الخطية لمشكلة التوزيع ذات البعدين Transportation Problems with two Dimensions وذات الثلاثة أبعاد .

٥-١ - النموذج الرياضى (البرمجة الخطية) لمشكلة التوزيع ذات البعدين :

فلندعنا نتمثل كمية المنتج المتوفرة فى مركز ر ، ولندعنا نتمثل كمية المنتج المطلوبة فى مقر التوزيع و ، وحيث $r = 1, 2, 3, \dots, m$ و $n = 1, 2, 3, \dots, n$ وبالتالى

نشرط التوازن الذى سبق أن تعرضنا له يقتضى أن :

$$(1) \quad \sum_{r=1}^m r = \sum_{w=1}^n r = \sum_{w=1}^n b_w$$

— ولندعس r تمثل الكمية من المنتج التى يتم نقلها من مصدر الانتاج r الى مقـر الطلب w وبذلك فيلزم أن يكون اجمالى الكميات المشحونة لمقار الطلب المختلفة من مصدر انتاج معين مساويا لطاقة هذا المصدر . وهذا يعنى أن :

$$(2) \quad \sum_{r=1}^m r = \sum_{w=1}^n b_w \quad \text{صفر، } r = 1, \dots, n$$

$$(3) \quad \sum_{r=1}^m r = \sum_{w=1}^n r = \sum_{w=1}^n a_w \quad \text{صفر، } r = 1, \dots, m$$

ولندعس r تمثل تكلفة شحن الوحدة من مقرا الانتاج r الى مقرا الطلب w وبذلك يكون الهدف هو ايجاد الحد الأدنى للدالة :

$$(4) \quad \sum_{r=1}^m \sum_{w=1}^n r = \sum_{w=1}^n r$$

وباحلال قيمة r ، b_w من (٢) ، (٣) فى (١) نجد أن تحقق (١) شرط ضرورى وكافى لتحقيق كل من ٢ ، ٣ حيث :

$$(5) \quad \sum_{r=1}^m r = \sum_{w=1}^n r = \sum_{w=1}^n a_w \quad \text{من (١) ، (٢) ، (٣) ، (٥)}$$

$$(6) \quad \sum_{r=1}^m r = \sum_{w=1}^n r = \sum_{w=1}^n b_w \quad \text{من (١) ، (٢) ، (٦)}$$

وحيث أن الطرف الايمن لكل من (٥) ، (٦) مشترك فان تحقق (١) يعتبر شرط ضرورى وكافى لتحقيق (٢) ، (٣) .

ويتكون نموذج البرمجة الخطية لمشكلة التوزيع ذات البعدين من المعادلات من (١) الى (٤) ، حيث تمثل المعادلة (٤) دالة الهدف ، (١) ، (٢) ، (٣) محددات المشكلة الموضوعة . لاحظ أن المحددات متساويات مما يلزم معها فى حالة مشاكل البرمجة الخطية العادية اضافة متغيرات وهمية لتكوين مصفوفة الوحدة اللازمة للحل الاساسى الاول ، ولكنه لما لمشكلة التوزيع من خصائص مميزة فان الحل الاساسى الاول يمكن أن يتكون من المتغيرات الحقيقية وذلك بالضرورة حيث من الخصائص الهامة لمشكلة التوزيع أنه لن يحدث على الإطلاق ويحتوى الحل الأمثل على عدد من المتغيرات الحقيقية يزيد عن $m + n - 1$. وذلك بالضرورة حيث من الخصائص الهامة لمشكلة التوزيع أن $(m + n - 1)$ يمثل الحد الأدنى للمتغيرات اللازمة لعدم تحليل المشكلة . كما أن من الخصائص الهامة لمشكلة التوزيع أن معاملات كل المتغيرات فى أى حل أساسى تكون الوحدة (غالبا ما تكون موجبة ولكن هذا لا يمنع كونها سالبة) وبالتالي يمكن اختيار $(m + n - 1)$ منها لتمثل الحل الأساسى الاول .

ونوضح فيما يلى نموذج البرمجة الخطية المفصل لمشكلة توزيع ذات مصدرين للانتاج وأربعة مراكز للطلب .

أوجد الحل الأدنى : $t_{11} س_{11} + t_{21} س_{21} + t_{31} س_{31} + t_{41} س_{41}$

$+ t_{12} س_{12} + t_{22} س_{22} + t_{32} س_{32} + t_{42} س_{42} = *$

فى ظل :

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 س_{11} \\ 2 س_{11} \\ 3 س_{11} \\ 4 س_{11} \\ 1 س_{12} \\ 2 س_{12} \\ 3 س_{12} \\ 4 س_{12} \end{bmatrix} \quad (1) \quad \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(٢) كل s رو < صفر لكل روكل و، كل s رو < صفر قيم صحيحة .

٥-٢- نموذج البرمجة الخطية لمشكلة التوزيع ذات الثلاث أبعاد :

ويتخذ النموذج العام لمشكلة التوزيع ذات الثلاث أبعاد الشكل الآتي :

د ع : $a_r =$ كمية الانتاج المتوفرة في مركز الانتاج r ، $r = 1, 2, \dots, m$

ب و = كمية الطلب على الانتاج في مقر الطلب و، $w = 1, 2, \dots, n$

د ه = طاقة التخزين المتاحة في المخزن الوسيط ه، $h = 1, 2, \dots, y$

س رو ه = عدد الوحدات المنقولة من مصدر الانتاج رالى مقر الطلب و عن طريق مركز التخزين ه .

ت رو ه = تكلفة نقل الوحدة من مصدر الانتاج رالى مقر الطلب و عن طريق مركز التخزين ه . وبذلك يكون شرط التوازن كالاتى :

$$\sum_{r=1}^m a_r = \sum_{w=1}^n b_w = \sum_{h=1}^y d_h$$

وتكون دالة الهدف كالاتى :

أوجد قيم صحيحة س رو ه بحيث يتحقق :

$$\text{الحد لادنى للدالة : } \sum_{r=1}^m a_r = \sum_{w=1}^n b_w = \sum_{h=1}^y d_h \quad \text{س رو ه} \quad \text{ت رو ه} \quad \text{س رو ه}$$

$$\text{فى ظل : } \sum_{r=1}^m a_r = \sum_{w=1}^n b_w = \sum_{h=1}^y d_h$$

$$\sum_{h=1}^y d_h = \sum_{r=1}^m a_r = \sum_{w=1}^n b_w$$

$$\sum_{h=1}^y d_h = \sum_{r=1}^m a_r = \sum_{w=1}^n b_w$$

وتعتبر مشاكل التوزيع ذات الثلاث أبعاد فى الحياة العملية من حجم كبير
يجعل تكلفة التوصل الى الحل الأمثل لها عن طريق اتباع طريقة السمبلكس باهظة •
وقد حدى ذلك بالبحث الى ابتكار طرق تقريبية لحل مشكلة التوزيع من هذا الحجم
هذا ولا يتبع المجال هنا للتعرض لهذه المشكلة بالتفصيل •

أسئلة وتمارين الفصل الرابع

أولا : الأسئلة:

السؤال الأول : على باختصار كل ما يأتى :

- ١- يلزم أن يتم تقييم الخلايا غير المشغلة (العائية) باستخدام الخلايا المستغلة دون غيرها .
 - ٢- تحدد كل خلية مستغلة القيمة المعطاه لصف واحد أو لعمود واحد وليس لكلاهما فى طريقة التوزيع المعدلة .
 - ٣- تمثل كل خلية من الخلايا فى جدول التوزيع متغير من المتغيرات يكون المرغوب تحديده قيمته ويلزم أن تكون معاملات جميع المتغيرات مساوية للوحدة .
 - ٤- يلزم أن يكون مسار تقييم كل خلية من الخلايا غير المستغلة مكونا من عدد زوجى من الخلايا تكون احداها الخلية المرغوب تقييمها .
 - ٥- تتحلل مشكلة التوزيع اذا كان عدد الخلايا المستغلة يقل عن عدد الصفوف زائدا عدد الأعمدة ناقصا الوحدة .
 - ٦- لا يلزم أن يتوافر شرط التوازن فى المشكلة الأصلية ويلزم توفيره حتى يمكن حل المشكلة
- السؤال الثانى : بهر خطأ أو صواب كل ما يأتى :

- ١- يلزم لعدم تحلل مشكلة التوزيع أن تقل عدد الخلايا غير المستغلة عن الخلايا المستغلة بخلية واحدة على الأقل .
- ٢- تغضل طريقة الركن الشمالى الشرقى على طريقة الحجر المتنقل فى تقويم الخلايا غير المستغلة .
- ٣- يكون التوزيع الحكيم الأولى هو التوزيع الأمثل فى ظل طريقة فوجل التقريبية .
- ٤- تمثل القيمة المعطاه لكل خلية من الخلايا غير المستغلة التكلفة البديلة لاستغلال الخلايا المستغلة فى مسارها بدلا منها .
- ٥- يؤدى عدم توافر شرط عدم التحلل إلى عدم التمكن من تقييم أى من الخلايا غير المستغلة .
- ٦- تتفوق طريقة التوزيع المعدلة على طريقة الحجر المتنقل فى خفض تكاليف النقل .

- ٧ — لا يلزم تقييس الخلايا غير المستغلة فى طريقة فوجل التقريبية .
 ٨ — تعتبر طريقة فوجل التقريبية أكفأ الطرق لحل مشكلة التوزيع .
 ٩ — يكون عدد المتغيرات فى مشكلة التوزيع مساويا ($m \times n$) ويكون عدد القيود مساويا ($m + n - 1$) .
 ١٠ — تؤدي زيادة الطلب عن العرض الى ضرورة تحليل مشكلة التوزيع .

ثانيا : التعاريف :

التمرين الأول :

فى كل من المشاكل التالية قم باجراء التوزيع المبدئى بقاعدة الركن الشمالى الشرقى ثم قم بتحديد تكلفة النقل أو أرباح التوزيع المثالية مرة باستخدام طريقة الحجر المتنقل ومرة باستخدام طريقة التوزيع المعدلة .

المشكلة الأولى : المصانع	الاول تكلفة النقل	الثانى النقل للوحدة	الثالث	احتياجات المراكز
مراكز التوزيع الأول	٢	٤	٧	٥٠٠
الثانى	٥	٢	٨	٣٠٠
الثالث	٣	٦	٤	٧٠٠
طاقة المصانع	٤٠٠	٣٠٠	٨٠٠	

المشكلة الثانية : المخازن المركزية	الاول الربح المباشر على الوحدة	الثانى	الثالث	احتياجات المنافذ
منافذ التوزيع : الاول	٦	٤	٧	٣٥٠
الثانى	٤	٦	٢	٤٠٠
الثالث	٣	٥	٣	٢٥٠
الرابع	٥	٣	٥	٦٥٠
طاقة المخازن	٧٥٠	٤٥٠	٦٠٠	

المشكلة الثالثة : منافذ التوزيع	الاول تكلفة النقل للوحدة	الثانى	الثالث	طاقة المصانع
المصانع : الاول	٢	٥	٦	٦٠٠
الثانى	٣	٤	٥	٤٠٠
الثالث	٥	٣	٧	٣٥٠
الرابع	٤	٢	١	٤٥٠
احتياجات المنافذ	٤٥٠	٧٥٠	٨٠٠	

التمرين الثانى :

(١) فى كل من المشاكل الثلاثة فى التمرين الأول قم باجرا " التوزيع الحكى الأول بطريقة فوجل التقريبية ، ثم قم بتقييم الخلايا غير المستغلة مرة بطريقة الحجر المتقل ومرة بطريقة التوزيع المعدلة .

(٢) قم بصياغة نموذج البرمجة الخطية الملائم لكل مشكلة منها .

التمرين الثالث :

تمتلك احدى الشركات ثلاثة مصانع تقع فى مدن مختلفة ، كما تقوم بتوزيع انتاجها من خلال خمس منافذ توزيع يتم طلبية طلباتها من أربعة مخازن .
وفيما يلى بيانات تكلفة النقل من المصانع الى المخازن المركزية وطاقة كل منها وكذلك بيانات تكلفة النقل من المخازن لمانافذ التوزيع والطلب المقدرفى كل منفذ من المنافذ :

طاقة المصنع	٤	٣	٢	١	المخزن
٧٠٠	٢	٨	٥	٣	١
٥٠٠	٥	٤	٦	٧	٢
٧٠٠	٧	٦	٣	٥	٣
	٦٥٠	٤٠٠	٢٥٠	٣٠٠	طاقة المخزن
المنفذ	٥	٤	٣	٢	١
٦	٥	٣	١	٤	١
٢	٣	٤	٣	٢	٢
٤	٥	١	٢	٧	٣
٧	٢	٤	٥	٣	٤
	٥٠٠	٢٥٠	٣٥٠	١٥٠	٣٠٠
					الطلب فى المنفذ

المطلوب : (١) تحديد أقل تكلفة نقل من المصانع للمخازن المركزية مع اجرا " التوزيع الحكى

الأول بقاعدة الركن الشمالى الشرقى وتقييم الخلايا بطريقة الحجر المتقل .

(٢) كالمطلوب الأول فيما عدا أن تقييم الخلايا يتم بطريقة التوزيع المعدلة .

(٣) تحديد تكلفة النقل المثالية من المخازن لمانافذ التوزيع باستخدام طريقة

التوزيع المعدلة مع قاعدة الركن الشمالى الشرقى .

(٤) كالمطلوب الثالث فيما عدا أن التوزيع الحكى الاول يتم بطريقة فوجل التقريبية .

- (٥) قم برسم خريطة التوزيع الشبكي من المصانع الى منافذ التوزيع مارا بمراكز التخزين ، ثم حدد تكلفة نقل الوحدة في كل مسار . قم بعد ذلك بحل المشكلة كمسألة توزيع من المصانع لـ منافذ التوزيع مباشرة . هل يختلف الحل عما توصلت اليه سابقا ؟ ولماذا ؟
- (٦) قم بصياغة نماذج البرمجة الخطية الملائمة لكل ما تقدم .

الفصل الخامس البرمجة العددية وطريقة السبيل المثالي

١- مقدمة :

يعتبر شرط قابلية جميع المتغيرات للتجزئة من أهم الشروط التي تنطوي عليها افتراضات نموذج البرمجة الخطية ، سواء فيما يتعلق بمعايير اختبار الأمكانية أو ما يتعلق بمعايير اختبار المثالية لكل من الحلول الأساسية . غير أن مشاكل التطبيق في الحياة العملية كثيرا ما تنطوي على ظروف تجعل تحقق شرط القابلية للتجزئة مستحيلا عملا . فلا يمكن لشركة فيليبس مثلا أن تقوم بإنتاج $\frac{1}{5}$ ٣٢١٥ جهاز تليفزيون ٢٦ بوصة ، و $\frac{1}{7}$ ٢١١٣ جهاز ٢٠ بوصة . كما أنه لا يمكن تخصيص $\frac{3}{4}$ ١ رجل من رجال البيع لمنطقة معينة وتخصيص $\frac{3}{5}$ رجل لمنطقة أخرى . كما قد تقتضي المشكلة موضوع الدراسة الاختيار من بين عدد من بدائل المشروعات المتاحة للاستثمار والتي لا يمكن قبول أيها أو بعضها بصفة جزئية . وفي مثل هذه المشاكل وغيرها تكون شروط تطبيق نموذج البرمجة الخطية متوفرة فيما عدا شرط القابلية للتجزئة ، حيث يلزم أن تتخذ المتغيرات أو بعضها قيما صحيحة موجبة (غير كسرية) .

وإذا كانت المشكلة تقبل الصياغة في صورة نموذج برمجة خطية فيما عدا أن المتغيرات أو بعضها يلزم أن تتخذ قيما صحيحة موجبة فتصبح المشكلة مشكلة برمجة عددية . وعلى ذلك فمشكلة البرمجة العددية هي في الحقيقة مشكلة برمجة خطية فقدت صفة الخطية لوجوب التخلي عن شرط القابلية للتجزئة بضرورة اتخاذ المتغيرات أو بعضها لقيما غير كسرية . وقد تكون مشكلة البرمجة العددية مشكلة مختلطة ، بمعنى أنه يلزم أن تتخذ بعض المتغيرات قيما غير كسرية بينما البعض الآخر يمكن أن يتخذ قيما كسرية ، أو تكون مشكلة برمجة عددية صرفة ، بمعنى أنه يلزم أن تتخذ كل المتغيرات قيما غير كسرية .

وسواء كانت مشكلة البرمجة العددية مختلطة أو صرفة فإن أسلوب حلها يبدأ

بالتوصل الى حل النموذج كنموذج برمجة خطية عادى . فاذا كان الحل الامثل الناتج من ذلك يؤدى الى الوفاء بشرط عدم اتخاذ المتغيرات المرفوعة لقيمة كسرية انتهى الامر عند هذا الحد . أما اذا لم يتحقق هذا الشرط فعندئذ يبدأ البحث فى تحقيقه بأى من عدد معروف من الطرق ، والتي يلزم فى كل منها ضرورة الالتجاء الى طريقة السبلكس الثنائية Dual Simplex Algorithm .

وسوف نتعرض فى هذا الفصل الى البرمجة العددية واستخداماتها فى صورة مبسطة ، ويلزم لسهولة استيعاب ذلك أن نتعرض أولاً لطريقة السبلكس الثنائية .

٢- طريقة السبلكس الثنائية :

ابتكر ليمنك C.E. Lemke^(١) هذه الطريقة فى رسالة الدكتوراه الخاصة به سنة ١٩٥٣ ، ثم نشرها بعد ذلك فى مقاله سنة ١٩٥٤^(٢) . ولا تخرج الطريقة عن كونها مبدول لطريقة السبلكس العادية بحيث تبدأ بتوفير الامكانية بحثاً عن المثالية ، بينما الطريقة العادية تبدأ بالبحث عن المثالية فى ظل الحفاظ على الامكانية . ولتوضيح الطريقة نفترض المثال التالى :

$$\begin{aligned} \text{عظم : } & ١٥س١ + ١٦س٢ \quad (١) \\ \text{فى ظل } & \begin{cases} (١-٢) ١٨٠ \geq ٢س٢ + ١س٣ \\ (٢) \left\{ \begin{array}{l} (٢-٢) ٢٨٠ \geq ٢س٣ + ١س١ \\ (٣-٢) ٢٠ \leq ١س١ \end{array} \right. \\ \text{صفر (٣)} \leq ٢س١ + ١س٢ \end{cases} \end{aligned}$$

لاحظ أن اشارة القيد (٢-٢) هى عكس الاشارات النمطية لمشكلة التعمية ،

(١) لعرض وافى لطريقة ليمنك انظر- A.Charnes, W.W. Cooper, Management Models and Industrial Applications of Linear Programming, Vol. II, (New York: John Wiley, 1961) pp. 477-491.

(٢) C.E. Lemke, "The Dual Method of Solving the Linear Programming Problem" Naval Research Logistics Quarterly, (1954) Vol. 1, pp. 36-47.

ولتحويل القيد الى متساوية يلزم طرح متغير زائد • ويترتب على ذلك أن قيمة المتغير الزائد في الحل الأساسى الأول تصبح سالبة ، خارجة بذلك على شرط عدم السالبة ، بمعنى أن الحل الأساسى الأول يصبح غير ممكنا • وقد دفعنا ذلك الى اللجوء الى المتغيرات الوهمية للخروج من هذا المأرق (سبيلك التدنية) كما نتذكر في الفصول السابقة • والواقع أن طريقة السبيلك الثنائية تعطينا من الحاجة الى استخدام المتغيرات الوهمية • فإذا أضفنا المتغيرات العاطلة للقيدين الأول والثانى وطرحنا المتغير الزائد من القيد الثالث لظهر الحل الأساسى الأول كما فى الجدول التالى •

ونلاحظ أن قيمة s_5 سالبة = - ٢٠ فى هذا الحل ، وبالتالى يصبح هذا الحل غير ممكنا ، لانه لايفى بشرط عدم وجود متغيرات سالبة (٣) •

جدول الحل الأساسى الأول

ع	٥	١٢	٠	٠	٠	ع
النسب	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	ب
	٣	٢	١	٠	٠	١٨٠
	١	٣	٠	١	٠	٢٨٠
	١	٠	٠	٠	١	- ٢٠
المؤشرات	٥	١٢	٠	٠	٠	٠

وتساعدنا طريقة السبيلك الثنائية فى هذا الصدد كالتالى :

- ١- نختار الصف الذى فيه تقع أصغر قيمة سالبة ^{جبريا} للمتغير فى الحل الأساسى ليمثل صف البؤرة •
- ٢- نقوم بإيجاد النسب بين صف المؤشرات والصف المختار ليكون صف البؤرة ، مع الاقتصار على نسب المتغيرات غير الأساسية فى الحل الأساسى القائم ، ومع إهمال النسب التى يكون المقام فيها مساويا للصفر أو أرقاما موجبة •
- ٣- نختار من بين هذه النسب أكبر النسب فى التدنية وأصغر النسب فى التقمية (مع

- مراعاة اشارة صف المؤشرات فى الحل الأمثل فى الطريقة التى اتبعناها (اليتحدد عمود البؤرة ، أى المتغير الواجب اضافته فى الحل الأساسى التالى .
- ٤- نتبع اجراءات طريقة السمبلكس العادية للوصول للحل الأساسى التالى .
- ٥- اذا وجدت قيما سالبة فى الحل الأساسى الجديد لاحد المتغيرات الأساسية نكرر الخطوات السابقة ، والا نطبق اجراءات طريقة السمبلكس العادية وقواعدها .
- وينطبق هذه القواعد والاجراءات نجد أن س_١ يحل محل س_٥ فى الحل الأساسى التالى :

الحل الاساسى الثانى	٠	٠	١	②	٠	١٢٠	س _٣ ٠
	٠	١	٠	٣	٠	٢٦٠	س _٤ ٠
	١	٠	٠	٠	١	٢٠	س _١ ٥
المؤشرات	٥	٠	٠	١٢	٠	١٠٠	

وبتفحص جدول الحل الأساسى الثانى نجد أننا تخلصنا من المتغيرات السالبة، الا أن الحل مازال يحتل التحسن لأن قيمة س_٣ فى صف المؤشرات موجبة . فنتبع اجراءات وخطوات السمبلكس العادية للتوصل الى الحل الأمثل الذى فيه نجد :

$$س_١^* = ٢٠ ، س_٣^* = ٦٠ ، س_٣^* = ٨٠ ، س_٤^* = ٨٢٠$$

٣- البرمجة العددية وقطعيات جومورى :

ذكرنا فى المقدمة أن البرمجة العددية تختلف عن البرمجة الخطية فى أن الأولى تتطلب أن تتخذ المتغيرات أو بعضها قيما صحيحة موجبة فى الحل الأمثل، والواقع أنه لا توجد طريقة بمفردها كطريقة السمبلكس مثلا تستطيع أن تؤدى الى تحقيق هذه النتيجة تلقائيا فى مثل هذه المشاكل . وعادة ما يتم حل المشكلة أولا بطريقة السمبلكس دون النظر الى شرط اتخاذ المتغيرات المطلوبة لقيم صحيحة ثم ينظر فى أمر تحقيق هذا الشرط بعد التوصل الى الحل الأمثل لنموذج البرمجة الخطية العادى . ويوجد عدد من

الطرق التي يمكن بها التوصل الى تحقق هذا الشرط في مثل هذه المشاكل في عدد محدود من التكرارات ، غير أن أشهرها وأعمها هي ما يسمى بطريقة قطعيات جوموري (^١) Gomory Cuts ولعل أفضل وسيلة لتقديم هذه الطريقة هي عن طريق المثال المبسط التالي :

$$(1) \quad \text{عظم} \quad 25س_1 + 12س_2 + \text{صفر}س_3$$

$$(2) \quad \text{في ظل} \quad 2س_1 + 2س_2 + س_3 = 25$$

$$(3) \quad س_1, س_2, س_3 \text{ قيم صحيحة موجبة}$$

حيث $س_3$ هو المتغير العاطل للقيد الموضوعي الوحيد .

وبالطبع نجد أن حل هذه المشكلة بطريقة البرمجة الخطية (والذي يتحقق بمجرد الفحص النظري بالاستعانة بالربحية المباشرة لوحدة الطاقة في مركز الاختناق المشترك) ، دون نظر للقيد (٣) هو كالاتي :

$$س_1 = \frac{25}{3} = 8 \frac{1}{3}, \quad س_2 = س_3 = \text{صفر} .$$

ويتضح ذلك من جدول الحل الأمثل لنموذج البرمجة الخطية بطريقة السمبلكس ، وهو الآتي :

(١) R.A.Gomory " Outline of an Algorithm for Integer Solutions to Linear Programs " , Bull. of the American Math.Society, 64, No.5, 1958.

ويمكن للقارئ الذي يرغب في شرح الأساس النظري والرياضي للطريقة الرجوع الى Charnes & Cooper

أوالى - G. Hadley, Nonlinear and Dynamic Programming (Addeson Wesley, 1964), ch.8.

ولنفترض الآن أننا أضفنا المتغير العاطل س_٤ الى (٢/٤) وفرضناه كقيدها اضافيا على جدول الحل الأمثل للمشكلة الاصلية (الحل الأساسي الثاني بعاليه) والواقع أننا نحصل بذلك على مشكلة برمجة خطية جديدة مشتقة من المشكلة الاصلية، يتضح حلها الأساسي الأول في جدول الحل الأساسي الثالث . ولنطلق عليها المشتقة (١)، وهى عبارة عن الحل الأمثل لمشكلة برمجة خطية فى (١) ، (٢) معززة بالقيد (٢/٤) .

ومن الواضح أن الحل الأساسي الثالث غير ممكن حيث تتخذ س_٤ قيمة سالبة = - ١/٣ . وبذلك يصبح من الضروري اللجوء الى طريقا لسحبكس الثنائية للتخلص من هذه المشكلة باحلال س_٣ محل س_٤ كما فى جدول الحل الأساسي الرابع . ويتفحص صف المؤشرات نجد أننا توصلنا الى الحل الأمثل للمشتقة (١) بالبرمجة الخطية . الا أن تفحص العمود [ب] نقيده أن س_٣ قد اتخذ قيمة كسرية = ١/٤ . وباستخدام صف س_٣ فى هذا الجدول نقوم بتكوين قيد جديد يكون الثابت فيه هو - ف_٣ ، ومعاملات المتغيرات هى - ف_٣ . حيث تشير ف_٣ الى الكسور التى اذا طرحت من [ب] و [أ*] على التوالى لتوصلنا لأقرب أرقام صحيحة تكون أقل من (١) تساوى الأرقام الأصلية . بمعنى أن : { ب } + ف_٣ = [ب]

$$\{ أ* \} + ف_٣ = [أ*]$$

حيث { ب } هى القيم الصحيحة > [ب] ، و { أ* } هى معاملات الاحلال الحدى الصحيحة > [أ*] كما سبق أن عرفناها .
وبناءً على ذلك نجد أنه يلزم أن تكون { ب } + ف_٣ = [ب]

الحل الأساسي الثالث	ع				ب	ع	س*
	النسب	س _١	س _٢	س _٣	س _٤		
←		١	٢/٣	١/٣	٠	٢٥ س _١	١/٣ س _٤
		٠	(٢/٣)	١/٣	١	٠ س _٤	١/٣ س _٤
الحل الأساسي الرابع	المؤشرات	٠	٤/٣	٨/٣	٢٠٨	١/٣	٢٠٨
		١	٠	١	٨	١/٣	٢٥ س _١
		٠	١	١/٣	١/٣	١/٣	١٢ س _٢
	المؤشرات	٠	٠	٠	٢٠٦	٢	٦

لقيمة صفرية • وحيث $S \neq$ تساوى صفر لأنها ليست في المتغيرات الأساسية في الحاصل الأساسي الخامس ، فإن $S \neq$ يلزم بالضرورة أن تساوى صفر تحقيقا للقيد الجسدي

(٣/٤) •

٣-١- قواعد قطعيات جومورى لمشكلة البرمجة العددية الصرفة :

الواقع أن حل مشاكل البرمجة العددية الصرفة (كالمثال بعاليه) بالاستعانة بقطعيات جومري لا يخرج عن كونه حلا لسلسلة من مشاكل البرمجة الخطية المشتقة من المشكلة الاصلية ، مع تعزيز كل منها بقطعية من القطعيات كقيد اضافى على حل البرمجة الخطية الأمثل للمشكلة السابقة لها . فالبداية تكون بتجاهل قيد اتخاذ المتغيرات لقيمة غير كسرية وحل المشكلة كمشكلة برمجة خطية عادية . فاذا كان الحل الأمثل لهذه المشكلة يفى تلقائيا بعدم اتخاذ أى من المتغيرات لقيم كسرية ، كان الحل الأمثل لنموذج البرمجة الخطية هو نفسه الحل الأمثل لنموذج البرمجة العددية . أما اذا اتخذ أحد المتغيرات أو بعضها قيمة كسرية فى الحل الأساسى ، فهنا تبدأ الحاجة الى الاستعانة بقطعيات جومري . ويتم تحديد كل قطعية من القطعيات طبقا للخطوات التالية :

١- نختار من العمود [ب] فى جدول الحل الأمثل لمشكلة البرمجة الخطية المشتقة من المشكلة الأصلية ذلك الصف الذى يحتوى على أكبر قيمة كسرية تقرب من الواحد الصحيح (قد تكون القيمة الكسرية طبعاً مضافة الى قيمة صحيحة مثل $\frac{5}{7}$) ونستخدم هذا الصف لاشتقاق القيد الاضافى اللازم لتعزيز الحل الأمثل لتكوين مشكلة البرمجة الخطية المشتقة الجديدة .

٢- د ع القيمة الكسرية في العمود [ب] في الصف المختار (س) = ف ، فالصف المختار في المشكلة بعاليه مثلا كان الصف الأول حيث س_١ كانت = $\frac{1}{3}$ ، وبالتالي تكون ف_١ = $\frac{1}{3}$.

٣- بالنسبة لكل معامل من معاملات الأَحْلال في الصف المختار (د) ، نقوم بتحديد ذلك الكسر الذي إذا ما طرح من المعامل المعين لأدى الى تحول المعامل الى قيمة صحيحة لا تزيد عن قيمة المعامل الحالي . بمعنى أن القيمة الكسرية في $2\frac{1}{2}$ هي $\frac{1}{2}$ لأن $(2\frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 2)$ ، بينما القيمة الكسرية في $3\frac{3}{4}$ هي $\frac{3}{4}$ لأن $(3\frac{3}{4} - \frac{3}{4} = 3)$ ، مع ذلك الكسوف

٤- نقوم بتكوين القيد اللازم لتحقيق القطعية من منطقة الامكانيات طبقا للمعادلة:

$$\sum_{i=1}^n -f_{ro} + s_{ro} + 1 = -f_r \quad [4]$$

كما سبق توضيحه في المثال بعاليه .

٥- نقوم بتعزيز جدول الحل الأمثل غير العددي بالقيد [٤] لنحصل على مشكلة برمجة خطية هشة جديدة . نقوم بحل هذه المشكلة بالسبيلكس الثنائية ثم العادية لواقضى الأمر . فاذا تحقق شرط عدم وجود متغيرات كسرية في الحل الأساسى الأمثل يكون هو الحل الأمثل لمشكلة البرمجة العددية . أما اذا وجدت متغيرات كسرية فنقوم بتكرار الخطوات السابقة الى أن نصل الى الحل العددي المطلوب .

٣-٢- قطعيات جومري لمشكلة البرمجة العددية المختطة :

قد يستدعي الأمر في بعض الحالات أن تتخذ بعض المتغيرات قيما غير كسرية بينما يمكن للبعض الآخر أن يتخذ قيما كسرية . فقد لا تكون المنتجات المرغوب انتاجها قابلة للتجزئة مثلا بينما تكون طاقة الموارد اللازمة لتحقيق ذلك قابلة للتجزئة . وفي مثل هذه الاحوال نجد أنه يلزم أن تتخذ بعض المتغيرات قيما صحيحة بينما البعض الآخر يمكن أن يتخذ قيما كسرية . وقد قدم جومري أسلوبا لتحديد القطعيات اللازمة في هذه الحالة أسوة بالحالة السابقة (١) وسوف نوضح ذلك من طريق مثال رقم مبسط .

نفترض مشكلة البرمجة التالية بعد اضافة المتغيرات العاطلة ، وحيث s_1 ، s_2

منتجات :

$$\text{عظم : } 4s_1 + s_2 \quad [1]$$

$$\text{في ظل : } \begin{cases} 35 = s_1 + s_2 + s_3 \\ 30 = s_1 + 2s_2 + s_4 \end{cases} \quad [2]$$

$$s_1 , s_2 \text{ قيم صحيحة ، } s_3 , s_4 \text{ صفر} \quad [3]$$

R.E.GOMORY, "An Algorithm for the Mixed Integer (1) Problem", Paper-1885, (The RAND Corp., June, 1960), as cited in Hadley, Op.Cit, p.289,

وبحل هذه المشكلة في [١] ، [٢] كمسألة برمجة مشتقة [١] نحصل على الحل الأمثل الموضح في الجدول :

		٤	١	٠	٠	
	س [*]	ب	س ^١	س ^٢	س ^٣	س ^٤
الحل الأمثل للمشكلة [١]	٤ س ^١	١٧½	١	½	½	٠
	٠ س ^٤	١٩½	٠	½	¾	١
	المؤشرات	٧٠	٠	١	٢	٠

غير أننا نجد أن س_١ قد أتخذ قيمة كسرية ، وهو مطلوب أن يتخذ قيمة صحيحة ، بينما س_٤ غير مطلوب أن يتخذ قيمة صحيحة ومن ثم فلا يمثل مشكلة . ويلزم بالتالي أن نقسوم باشتقاق قيد لقطعية من قطعيات جومري لنعزز به هذا الحل لنحصل على المشكلة المشتقة [٢] . ويتم اشتقاق هذا القيد طبقا للخطوات التالية:

- ١- بالنسبة للكسرف في العمود [ب] نطبق نفس القواعد كما في حالة البرمجة العددية الصرفية حيث نضع قيمة الكسر = ف .
- ٢- بالنسبة لمعاملات الاحلال الحدى [أ^{*}] تتحدد القيمة الكسرية لكل منها طبقا للقواعد التالية :

- ٢- أ- إذا كان المتغير س_١ في العمود (و) مطلوب أن يتخذ قيمة عددية صحيحة وكانت القيمة الكسرية ف > ف ، فإن ف^١ = ف ، كما في حالة البرمجة العددية الصرفية (أى يساوى الكسر الذى إذا طرح من أ^{*} كان الناتج قيمة صحيحة أ^{رو} > أ^{رو*}) ، حيث ف^١ هى معامل المتغير س_١ في القيد الجديد في هذه الحالة المختلطة .
- ٢- ب- إذا كان المتغير س_١ في العمود (و) مطلوب أن يتخذ قيمة عددية صحيحة ، وكانت القيمة الكسرية ف < ف ، فإن ف^١ = ف - (١ - ف) .
- ٢- ج- إذا كان المتغير س_١ في العمود (و) غير مطلوب أن يتخذ قيمة عددية صحيحة ، وكان معامل الاحلال أ^{رو*} موجب ، فإن ف^١ = أ^{رو*}

٢ - د - إذا كان المتغير s في العمود (و) غير مطلوب أن يتخذ قيمة عددية صحيحة وكان معامل الاحلال A^* سالبا، فإن $\hat{F} = \frac{F}{1-F}$ [أ *] .
ويلاحظ عند تطبيق هذه القواعد أن :

ف - هي قيمة الكسر في العمود [ب] في صف المتغير المختار .
ف_ر - هي معاملات المتغيرات s في الصف المختار (ر) في القيد الجديد المرغوب .
اعداده .

ف - هي قيمة الكسر الذي إذا خصم من معامل الاحلال A^* لنتجت قيمة صحيحة أقل من أو تساوي A^* .

ويطبق هذه القواعد على المثال الجارى نجد الآتى :

- ١ - $F = F_r = \frac{1}{4} =$ قيمة الكسر في قيمة s_1 في العمود [ب] .
- ٢ - $\left[\left(F_r = \frac{1}{4} \right) \text{ صفر} \right] < \left(F_r = \frac{1}{4} \right)$ ، $\therefore \hat{F}_1 = \frac{1}{4}$ (صفر) قاعدة ٢ - أ) .
 $\left(F_r = \frac{1}{4} \right) = \left(F_r = \frac{1}{4} \right)$ ، $\therefore \hat{F}_1 = \frac{1}{4}$ (قاعدة ٢ - أ) .
 $F_3 = \text{موجب}$ ، $\therefore \hat{F}_3 = A^* = \frac{1}{3}$ ، (قاعدة ٢ - ج) .
 $F_4 = \text{موجب} = \text{صفر}$ ، $\therefore \hat{F}_4 = A^* = \frac{1}{4}$ (صفر) (قاعدة ٢ - ج) .

وتأسيسا على ذلك يكون القيد الإضافى المطلوب هو :

$$\text{صفر } s_1 - \frac{1}{4} s_2 - \frac{1}{2} s_3 + \text{صفر } s_4 + s_5 = \frac{1}{4} \quad [١ / ٤]$$

وبتعزيز الحل الأمثل بعاليه بالقيد [١ / ٤] نحصل على مشكلة البرمجة الخطية المشتقة [٢] كما تظهر في جدول الحل الأساسى الاول لها . ويحل هذه المشكلة بطريقة السمبلكس الثنائية نحصل على الحل الأمثل ، والذي بدوره يمثل الحل الأمثل للمشكلة الأصلية . ذلك لأن s_1 و s_2 قد اتخذت قيما صحيحة ، بينما s_3 (الطاقة العاطلة للمورد الثانى) غير مطلوب أن يتخذ قيما صحيحة .

هذا والواقع أن الوصول الى الحل الأمثل ليس بهذه السهولة التى لاقيناها فى هذا المثال المبسط فقد يقتضى الأمر فى معظم الاحوال تكوين عدد كبير جدا من المشاكل المشتقة للتوصل الى الحل غير الكسرى فى المشكلة المختلطة (جرب المشكلة التى وردت فى البند ٣ فى الفصل السابق مثلا بافتراض s_1 و s_2 تتخذ قيما صحيحة ، لتجد أنك سوف تكون فى حاجة الى حل أربع مشاكل مشتقة على الأقل) وذلك لأن قطعيات جومرى تقوم

	٤	١	٠	٠	٠
	١ س	٢ س	٣ س	٤ س	٥ س
الحل الأساسى	١٧ ½	١	½	٠	٠
الأول	١٩ ½	٠	١ ½	١	٠
للمشتقة [٢٢]	½	٠	½	٠	١
المؤشرات	٧٠	٠	١	٠	٠
الحل الأساسى الامثل	١٧	١	٠	٠	١
للمشتقة [٢]	١٧ ½	٠	½	١	١ ½
والمشكلة الأصلية	١	٠	١	٠	٢
المؤشرات	٦٩	٠	١	٠	٢

باستبعاد ذلك الجز من منطقة الامكانيات الذى يؤدى الى التخلص من الجز الكسرى من متغير واحد فى كل دورة وقد يؤدى ذلك الى ظهور جز كسرى فى متغير اخر كان قبل ذلك يتخذ قيمة صحيحة . فنضطر فى الدورة التالية الى اقتطاع جز من منطقة الامكانيات للتخلص من ذلك الجز الكسرى الجديد . وقد يؤدى ذلك الى ظهور جز كسرى آخر فى متغير آخر وهكذا . الا أنه من الثابت أن قطعيات جومرى تؤدى الى التوصل الى الحل العددى المختلط فى عدد محدود من التكرارات ، أو بمعنى أصح بحل عدد محدود (نهائى) من المشاكل المشتقة .

ولتوضيح كيفية التوصل الى الحل العددى للمشاكل المختلطة بيانيا نسوق المثال

التالى بعد اضافة المتغيرات العاطلة ، وحيث س_١ ، س_٢ منتجات .

$$\begin{aligned}
 [١] \quad & \text{عظم} \quad : \quad \text{س}_١ + ٢\text{س}_٤ \\
 [٢] \quad & \left\{ \begin{aligned} & \text{فى ظل} \quad : \quad \text{س}_١ + ٢\text{س}_٢ + ٣\text{س}_٣ \\ & ٣\frac{١}{٢} = \text{س}_٤ + ٢\text{س}_٥ + ٣\frac{٣}{٥} \end{aligned} \right. \\
 [٣] \quad & \text{س و} \quad \langle \text{صفر} , \text{س}_١ , \text{س}_٢ \text{ قيم صحيحة}
 \end{aligned}$$

وبحل هذه المشكلة في [١] و ١ ٢ كالمشتقة [١] نصل الى الحل الأمثل الموضح في الجدول الثاني ، والذي منه يتبين أن s_2 قد اتخذت قيمة كسرية ، فنقوم بتعزيزه بالقيد [١/٤] لنحصل على الحل الأساسي الاول للمشتقة [٢] ، والتي نصل الى الحل الأمثل لها في الجدول الرابع. بعد تطبيق إجراءات وقواعد السمبلكس الثنائية على الجدولين الثاني والثالث . ونجد أن s_1 في الجدول الرابع قد اتخذت قيمة كسرية فنقوم بتعزيز هذا الجدول بالقيد [٢-٤] لنحصل على المشتقة [٣] ، والتي بحلها نصل الى الحل الأمثل للمشكلة الأصلية في الجدول الخامس .

وبلاحظ أننا قد قمنا باشتقاق القيد [١-٤] من صف s_2 (الصف الأول) في الجدول الثاني . وإذا أضفنا [١-٤] الى صف s_2 لننتج :

$$\begin{array}{rcl} \frac{1}{4} s_1 + s_2 + \frac{3}{4} & \geq & \frac{1}{4} \quad (\text{صف } s_2) \\ -\frac{1}{4} s_1 - \frac{3}{4} s_2 & \geq & -\frac{1}{4} \quad [١-٤] \end{array}$$

$$s_2 \geq ١ \text{ المجموع } [١-٣]$$

أو بمعنى آخر

$$\begin{array}{l} 1 = s_2 + s_5 \\ s_5 = 1 - s_2 \end{array} \quad \text{أو} \quad [٢-٣]$$

أما القيد [٢-٤] فقد تم اشتقاقه من صف s_1 في الجدول الرابع (الصف الثالث) والذي اذا ما أضفنا اليه القيد [٢-٤] لننتج :

$$\begin{array}{rcl} s_1 + \frac{1}{5} s_2 + \frac{3}{5} & \geq & \frac{1}{5} \quad (\text{صف } s_1) \\ -\frac{1}{5} s_1 - \frac{3}{5} s_2 & \geq & -\frac{1}{5} \quad [٢-٤] \end{array}$$

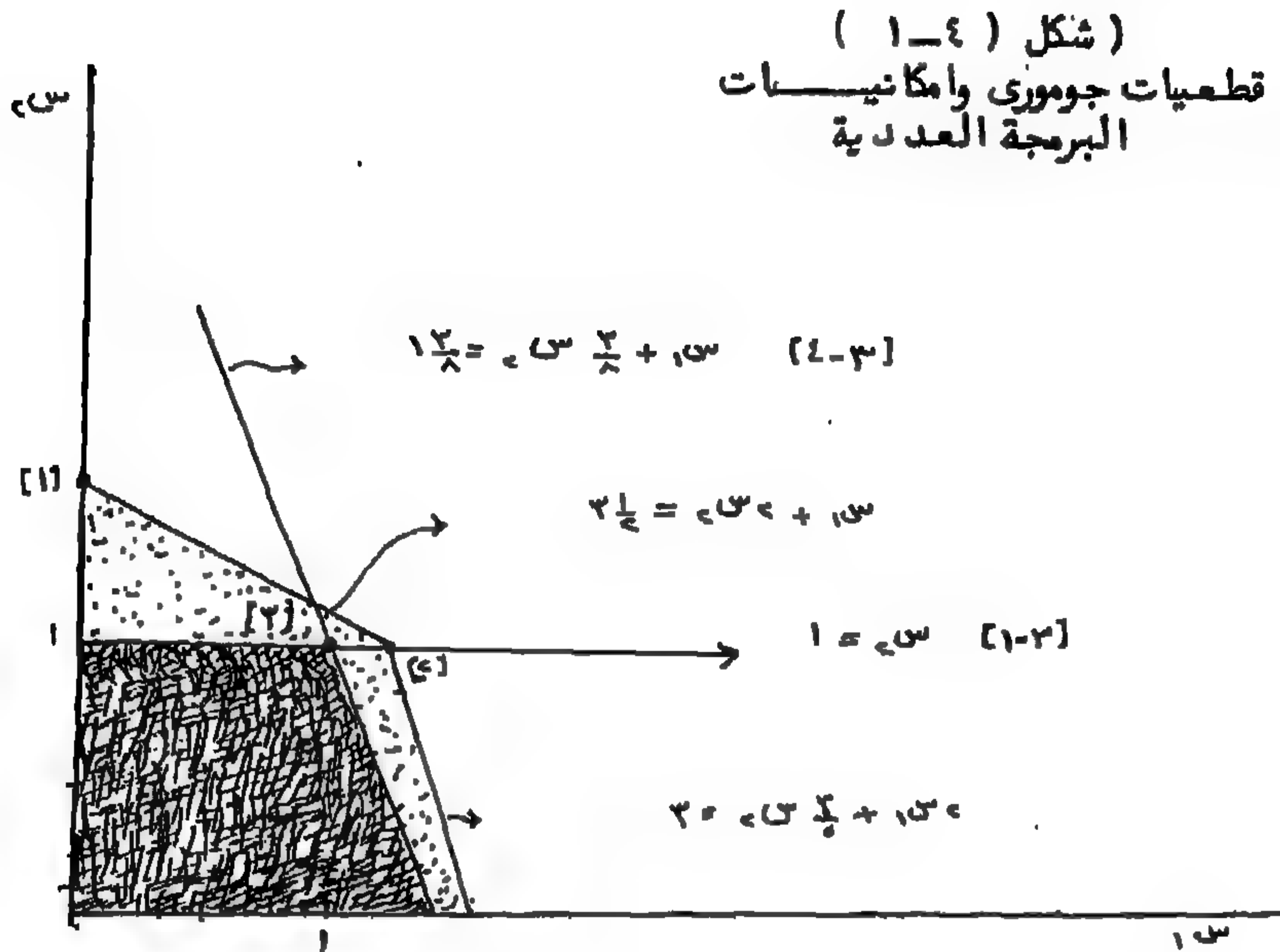
$$s_1 \geq \frac{3}{8} s_5 \text{ المجموع } [٣-٣]$$

وبالتعويض لقيمة s_5 في [٣-٣] من واقع [٢-٣] نجد :

$$\begin{array}{rcl} s_1 - \frac{3}{8} (1 - s_2) & \geq & \frac{3}{8} \\ s_1 + \frac{3}{8} s_2 & \geq & \frac{9}{8} \end{array} \quad \text{أي} \quad [٤-٣]$$

	١	٢	٣	٤	٥	٦	م	س	ع
الجدول الأول	١	٢	٣	٤	٥	٦	٣ ½	س ٣	٠
	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٣	س ٤	٠
المؤشرات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٠		
الجدول الثاني	١	٢	٣	٤	٥	٦	١ ¾	س ٢	٤
معزز بالقييد	١	٢	٣	٤	٥	٦	١ ¾	س ٤	٠
[١-٤]	١	٢	٣	٤	٥	٦	١ ¾	س ٥	القييد [١-٤]
المؤشرات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧		
الجدول الثالث	١	٢	٣	٤	٥	٦	١	س ٢	٤
(غير ممكن)	١	٢	٣	٤	٥	٦	١ ¾	س ٤	٠
المؤشرات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٥ ½		
الجدول الرابع	١	٢	٣	٤	٥	٦	١	س ٢	٤
معزز بالقييد	١	٢	٣	٤	٥	٦	١ ¾	س ٣	٠
[٢-٤]	١	٢	٣	٤	٥	٦	١ ¾	س ١	١
القييد [٢-٤]	١	٢	٣	٤	٥	٦	١ ¾	س ٦	
المؤشرات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٥ ½		
الجدول الخامس	١	٢	٣	٤	٥	٦	١	س ٢	٤
(الحل الأمثل للمشكلة الأصلية)	١	٢	٣	٤	٥	٦	١ ¾	س ٣	٠
	١	٢	٣	٤	٥	٦	١ ¾	س ١	١
	١	٢	٣	٤	٥	٦	١ ¾	س ٤	١
المؤشرات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٥		

وبالاستعانة بالقيود الأصلية [٢] وقطعيات جومري [١-٣] و [٤-٣]
تظهر ميكانيكية قطعيات جومري بيانيا كما في الشكل (١-٤) .



ويتضح من الشكل أن المساحة المظللة كلها تمثل منطقة امكانيات المشتقة [١] ، والتي يظهر حلها الأمثل ضرورة التخصيص في س٢ عند النقطة [١] على الشكل . وتأتي القطعية الأولى [١-٣] لتتلاقى الكسر في س٢ ، فينقل الحل الأمثل الى النقطة [٢] للمشتقة [٢] ، حيث $س١ = ١ \frac{١}{٢}$ و $س٢ = ١$. ثم تأتي القطعية الثانية [٤-٣] لتتلاقى الكسر في س١ ، فينقل الحل الأمثل الى النقطة [٣] للمشتقة [٣] حيث $س١ = ٣$ و $س٢ = ١$. حيث $س١ = ٣$ و $س٢ = ١$. وبالتالي تظهر منطقة امكانيات البرمجة العددية بالمساحة المظللة تظليلاً . اذ كان الحل الممكنة في هذه الحالة تنحصر في التخصيص في س٢ أو في انتاج $س١ = س٢ = ١$ عند النقطة [٣] .

٤- بعض استخدامات البرمجة العددية في التطبيق العملي :

تطبق البرمجة العددية ، كما سبق وذكرنا في عديد من المجالات • وسوف نوضح كيف يمكن صياغة بعض المشاكل في شكل نموذج برمجة عددية في بعض هذه المجالات في هذا البند •

٤-١- التكاليف الثابتة الممكن تجنبها :

كثيرا ما ترتبط بعض عناصر التكاليف ثابتة المقدار بوقوع حدث أو القيام بعمل معين بحيث اذا لم يقع الحدث أو لم يتم العمل أمكن تجنب هذه التكاليف • ولا يتوقف مقدار هذه التكاليف بحجم الحدث أو حجم العمل الذي يتسبب فيها • فتكلفة اعداد خط انتاجي معين للتشغيل ترتبط بالشفلة وليس بحجم الانتاج المخطط انتاجه فيها مثلا • كما أن تكلفة طلبية شراء أصناف معينة لن تتأثر كثيرا بالحجم المطلوب من كل صنف • ويترتب على مثل هذه الأحوال أن يصبح من الواجب أن تأخذ التكاليف الثابتة في الاعتبار اذا ما قام الحدث أو العمل المتسبب فيها ، ولا تؤخذ في الاعتبار اذا لم يقع الحدث أو لم يتم العمل • ويمكن في مثل هذه المشاكل تطبيق البرمجة العددية •

ولنفرض توضيحا لذلك أنه يلزم لانتاج كل منتج س أن يتم اعداد الخط الانتاجي الخاص به للتشغيل بتكاليف ثابتة θ_s ، بينما الارباح المباشرة على وحدة كل منتج هي c_s • ويمكن صياغة المشكلة في هذه الحالة في صورة مشكلة برمجة كالآتي :

$$\text{عظم} \quad \sum_{s=1}^n c_s x_s - \sum_{s=1}^n \theta_s x_s \quad \text{[١]}$$

في ظل :

$$\sum_{s=1}^n a_{rs} x_s = b_r \quad \text{[٢]}$$

$$\text{[٣]} \quad \begin{cases} x_s \geq 0 \\ x_s \text{ صفر} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{اذا كان } s \text{ صفر} \\ \text{اذا كان } s > 0 \end{cases}$$

ونجد من هذه الصيغة أن x_s توجد في دالة الهدف ولا توجد في القيود الموضوعية [٢] •

وحتى تضمن تحقق [٤] فيلزم صياغة مجموعة من القيود الإضافية لفرضها على المشكلة حتى يتحقق الشرط [٤] ولنقم بتعريف المقدار $\frac{S}{D}$ بأنه $\frac{S}{D}$ ، وبالتالي فإن الشرط [٤] يتحقق إذا كانت :

$$S \text{ و } D \text{ لودو } \geq \text{ صفر } ، [٤] \\ D = \text{ قيم صحيحة}$$

وبإحلال [٤] محل [٤] في الصيغة بعاليه تتحول المشكلة إلى مشكلة برمجة عددية مختلطة . يمكن حلها بقطعيات جومورى .

٤-٢- تخصيص الموازنات الرأسمالية على المشروعات :

يعتبر قرار تخصص الموارد الرأسمالية المتاحة للوحدة الاقتصادية على بدائل المشروعات من أهم القرارات المؤثرة في مستقبل الوحدة ونجاحها واستمرارها . وعادة ما تكون الخيارات المتاحة للتخصيص عليها ممثلة لمشروعات متكاملة لا تقبل التجزئة ، كما أن التخصيص عليها جميعا يتحدد بقيد ندرة الموارد الرأسمالية المتاحة للاستثمار .

ولنفرض مثلا أن إحدى الشركات قد حددت موازنات الاستثمارات في بدائل المشروعات عن الفترة المقبلة بالمقدار [ج] من ملايين الجنيهات . ولنفرض أن الخيارات المتاحة لها تمثل في العدد (ن) من المشروعات المتنافسة على هذه الموارد التمويلية . ولنفرض أن المشروع (و) يتطلب المقدار [ج] وامن هذه الموارد ، كما أن صافي القيمة الحالية لصافي الإيرادات المتوقعة من هذا المشروع تبلغ [ع] . فتصبح المشكلة في واقع الأمر هي اختيار تلك المجموعة من المشروعات التي تؤدي إلى تخصيص القيمة الحالية لصافي الإيرادات المتوقعة في حدود الموارد التمويلية المتاحة .

ويلاحظ في هذه الحالة أنه لا يجوز الاستثمار في مشروع (و) بصفة جزئية ، كما أنه لا يمتنع الاستثمار في أكثر من مشروع واحد من نفس النوع . وبالتالي يمكن صياغة المشكلة في صورة مشكلة برمجة عددية كالآتي :

$$\text{فلندع } 1 \leq L \leq \text{ صفر } ، L \text{ قيمة صحيحة، حيث } 1, 2, \dots, N, [١] \\ \text{وحيث } 1 = \begin{cases} \text{إذا عقرر تنفيذ المشروع و،} \\ \text{صفر إذا عقرر عدم تنفيذ المشروع و.} \end{cases}$$

وبالتالى يكون قيد الموازنة $\sum_{i=1}^n$ ج_و \geq [ج] [٢]

بينما الهدف هو تعظيم $\sum_{i=1}^n$ ع_و [٣]

والواقع أن مثل هذه المشكلة فى [١] ، [٢] ، [٣] يمكن حلها بطرق أكثر كفاءة باستخدام البرمجة الديناميكية . غير أنها ما زالت مشكلة برمجة عددية قد تكون صعبة أو مختلطة على حسب كون المتغيرات العاطلة فى [٢] لا تقبل التجزئة أو قابلية للتجزئة .

كما أن القيد [٢] قد لا ينصب على الموارد التمويلية وحدها ، وإنما قد ينطوى أيضا على موارد العمالة والتنمية المتاحة مثلا ، أو على امكانيات التسويق مثلا ، أو على قيود الخامات وما إلى ذلك . وكل ما فى الأمر أن [٢] تتحول إلى عائلة من القيود التى تتعلق كل منها بمورد من الموارد المتاحة (ر) فى المقدار أو الكمية المتاحة منه (ج ر) كالاتى :

$$\sum_{i=1}^n \text{ج ر و} \geq \text{ج ر} \quad [٢]$$

ولا شك أن عدد المشاكل المشتقة التى يتطلب الأمر حلها فى هذه الحالة تزداد بمعدلات متزايدة كلما زاد عدد المتغيرات وعدد القيود الأصلية فى [٢] . ذلك أن المطلوب أن يتخذ كل متغير ج ر و أحد قيمتين فقط هما الصفر أو الواحد الصحيح . وذلك بخلاف مجرد الاقتصار على اتخاذ المتغيرات لقيم صحيحة \leq صفر . ولذلك فبعد نموذج البرمجة الديناميكية أكثر كفاءة فى هذا المضمار عن نموذج البرمجة العددية . كما أن نموذج البرمجة الديناميكية يستطيع أن يعالج بعض نواحي عدم توافر شروط الخطية فى دالة الهدف أو فى القيود كما سوف نرى فيما بعد .

أسئلة وتمارين الفصل

أولا - الأسئلة :

- ١- ماهى الاختلافات الرئيسية بين فوائد وأجرائات طريقة السمبلكس وقواعد واجرائات طريقة السمبلكس الثنائية .
- ٢- قارن بين خطوات تحديد قطعيات جومورى فى مشكلة البرمجة العددية المختلطة ومشكلة البرمجة العددية الصرفة عن طريق مثال رقمى .
- ٣- وضح عن طريق مثال من تأليفك كيفية التوصل الى الحل العددى بقطعيات جومورى بيانيا .
- ٤- برر لماذا تعتبر كل من العبارات التالية خطأ أو صواب من وجهة نظرك .
- أ - يتم حل مشكلة البرمجة العددية بطريقة السمبلكس كأنها مشكلة برمجة خطية، ثم يتم تقريب الحل الى أقرب قيمة صحيحة للمتغيرات الأساسية .
- ب - فى طريقة السمبلكس الثنائية يتم اختيار صف البؤرة أولا لأن هذا الصف يقابل عمود البؤرة فى النموذج الأولى .
- ج - يلزم فى كل مرة يتم فيها تحديد قطعية من قطعيات جومورى أن تبدأ بحل المشكلة الأصلية بعد اضافة القيد الذى يتحدد بالقطعية كمسكلة برمجة خطية .
- د - اذا كانت المشكلة فى متغيرين أصليين مطلوب اتخاذهما لقيمة عددية فان التوصل للحل الأمثل يتم دائما باضافة قطعتين من قطعيات جومورى .
- هـ - تستخدم البرمجة العددية فى الاختيار بين بدائل المشروعات اذا كانت ربحيتها غير خطية بالنسبة للحجم .
- و - يعتبر نموذج البرمجة العددية من نماذج البرمجة غير الخطية لأن شرط الخطية عادة مالا يتوافر اما فى دالة الهدف أو فى احدى القيود .

ثانيا التمارين :

- التمرين الأول : أوجد الحل العددى بطريقة السمبلكس للمشكلة الآتية مستخدما قطعيات جومورى الخاصة بالحالة المطلوبة .

عظم : ٢٢ س ١ + ٤٢ س ٢

في ظل : ٨ س ١ + ١٤ س ٢ + ٣ س ٣ = ٢٦

كل من س ١ ، س ٢ ، س ٣ قيم عددية صحيحة .

التمرين الثاني : أوجد الحل العددي للمشكلة الآتية :

عظم : ٦ س ١ + ٢٠ س ٢ + ٦ س ٣

في ظل : ٦ س ١ + ١٤ س ٢ + ١٢ س ٣ ≥ ١٦

١٢ س ١ + ١٤ س ٢ - ٦ س ٣ ≥ ١٦

س ١ ، س ٢ ، س ٣ قيم صحيحة موجبة

التمرين الثالث : أوجد الحل الأمثل العددي للمشكلة الآتية :

تدنية - ٢ س ١ - ٤ س ٢

في ظل - ٥ س ١ - ٢ س ٢ ≤ ٢١

س ١ - ٣ س ٢ ≤ ٨

س ١ ، س ٢ قيم صحيحة موجبة .

• وذلك باستخدام طريقة السمبلكس الثنائية وقطعيات جومورى .

التمرين الرابع :

عظم : ٢ س ١ + ٤ س ٢

في ظل س ١ + ٢ س ٢ + ٣ س ٣ = ٩٥

٢ س ١ + ٢ س ٢ + ٤ س ٣ = ٨٥

س ١ ، س ٢ ، س ٣ ، س ٤ قيم صحيحة موجبة .

• قم بتوضيح الحل بيانياً بعد أن تتوصل اليه بطريقة السمبلكس .

التمرين الخامس :

حددت إحدى الشركات ميزانية التوسع الرأسمالي عن السنة المقبلة بمبلغ ١٢ مليون جنيه ويبدو أن بدائل المشروعات المتاحة لها أربعة . إلا أن هذه المشروعات تحتاج لعمالة فنية نادرة من نوع خاص ، كما تعتمد على مواد أولية مستوردة توزع دولياً على أساس الحصص . وفيما يلي البيانات المتعلقة بكل من البدائل الأربعة .

المشروع البديل	١	٢	٣	٤	المتاح من الموارد
التكلفة الرأسمالية	٥	٣	٧	٤	١٢
الاحتياجات من العمالة المتاحة	%٤٠	%٤٠	%٣٠	%٣٠	%١٠٠
الاحتياجات من حصة الخامات	%٣٠	%٢٠	%٦٠	%٣٠	%١٠٠
القيمة الحالية لصافي الإيرادات المتوقعة	١٦	١٢	١٨	١٥	

المطلوب :

- ١- وضع المشكلة في الصيغة الرياضية لمشكلة برمجة عددية مخططة ، حيث لا يمكن أن يتخذ أى من المشروعات الأربعة قيمة بخلاف ١ أو صفر .
- ٢- قم بحل المشتقة الأولى على أساس أنها مشكلة برمجة خطية ، ومن الحل الأمثل قسم بتكوين القطعية الأولى من قطعيات جومورى والتي تؤدي الى تحقيق قيد اتخاذا المتغير المعين لقيمة = ١ أو صفر ، وقم بحل المشتقة الجديدة بالبرمجة الخطية .
- ٣- قم بتكوين القطعية الثانية من قطعيات جومورى وعزز بها الحل السابق لتحصل على المشتقة الثالثة . استخدم طريقة السبيلكس الثنائية لتحقيق شرط عدم السالبية .
قف عند هذا الحد ، ودون ملاحظاتك على المشكلة .

الفصل السادس نماذج لتحليل الشبكي في تخطيط وجدولة تنفيذ المشروعات

١- مقدمة :

يعتبر كل من أسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT)^(١) واسلوب المسار الحرج (CPM)^(٢) امتدادا لطبيعيا لأساليب التحليل الشبكي التي جرى على استخدامها في العلوم الطبيعية والتقنية منذ قرون . غير أن الميلاد الحقيقي لهذه الأساليب كأدوات إدارية فعالة في تخطيط وجدولة تنفيذ المشروعات ومتابعة عمليات التنفيذ والرقابة عليها ، قد تم أواخر خمسينيات هذا القرن . ففي عام ١٩٥٧ قامت شركة دي بونت Du pont الأمريكية بتصميم أسلوب المسار الحرج لأغراض تخطيط وجدولة تنفيذ أحد مصانع الكيماويات التابع لها ، ثم انتشر استخدام الأسلوب بعد ذلك في عدد من المجالات أهمها مجالات الصناعات الانشائية عموما . أما أسلوب تقييم ومراجعة البرامج فقد صمم بالتعاون مجموعة من فرق البحوث في عامي ١٩٥٨ / ١٩٥٩ لحساب البحرية الأمريكية بغرض تخطيط وجدولة تنفيذ مشروعاتها العسكرية ولأغراض التحكم في شبكات الأسلحة الهجومية والدفاعية . وقد انتشر استخدام هذا الأسلوب أيضا منذ ذلك التاريخ في كل من المجالات الاستراتيجية ومجالات تخطيط وجدولة تنفيذ المشروعات باختلاف أنواعها .

ويتشابه الأسلوبان من حيث الأسس والأطر والجراءات . فكل منهما يؤدي إلى توفير أفضل الخطط لتنفيذ المشروعات طبقا لتتابعها الزمني والتقني ، كما يوفر البيانات اللازمة لمتابعة التنفيذ بكفاءة عن طريق التركيز على المهام أو العمليات التي تمثل مراكز اختناق . غير أنها يختلفان من حيث أسس وإجراءات حساب الزمن اللازم لتنفيذ كل مهمة

(١) Program Evaluation and Review Technique (٢) Critical Path Method

أو عطية من عطيات المشروع • ويعتبر الأسلوبان من أهم أساليب إدارة تنفيذ المشروعات حيث يمكننا من أداء الوظائف وانجاز المهام المتعلقة بالتخطيط وجدولة والمتابعة بكفاءة عالية •

وسوف نعرض لكل من الأسلوبين بقليل من التفصيل في هذا الفصل بهدف توضيح المفاهيم وخطوات التطبيق العملي • كما نعرض في نهاية الفصل الى كيفية استخدام البرمجة الخطية في تحديد "المسار الحرج" •

٢- مجالات التطبيق والشروط والخصائص الواجب توافرها فيها :

لقد أصبحت مجالات تطبيق كل من أسلوبى المسار الحرج وتخطيط ومراجعة البرامج من التعداد والتناظر بحيث يمكن القول أنهما يصلحان للتطبيق فى أى مجال من المجالات مادامت الشروط والخصائص اللازمة لتطبيقهما متوافرة • فيمكن تطبيقهما فى مجالات تتراوح بين تخطيط ابتكار وتوزيع وانتشار منتج جديد وبين تخطيط وجدولة وتنفيذ مشروع استراتيجى حيوى وهام وكبير • فهما يستخدمان فى المشروعات الانشائية للمباني والمصانع والطرق والكبارى ، وفى تخطيط وجدولة انتاج الآلات والمعدات والسفن والطائرات ، وفى تخطيط تنفيذ خطط انتشار الأسلحة الاستراتيجية وغيرها • وهما فى كل الأحوال التى يتم استخدامها فيها يحققان هدفين هامين :

١- جدولة تنفيذ العمليات المختلفة والمهام المتعددة للمشروع كله بحيث يتم التنفيذ فى أقل وقت ممكن وبأقل التكاليف الممكنة •

٢- تحديد المهام والأنشطة التى تستلزم عناية خاصة أثناء التنفيذ حتى يمكن تلافي الاختناقات والتأخير فى عمليات التنفيذ ، ويؤدى ذلك الى تحقيق وفورات لا يستهان بها فى تكاليف التنفيذ وفى العائد المفقود نتيجة التأخير فى التنفيذ •

ويمكن تطبيق أى من الأسلوبين لأغراض تخطيط وجدولة تنفيذ مشروع معين أو انجاز هدف أو مهمة معينة إذا توافر فى المشروع أو الهدف المرغوب كل من الخاصيتين التاليتين:

١- يجب أن يتكون المشروع أو المسار المحقق للهدف المرغوب من مجموعة محددة من العمليات أو المهام أو الأنشطة ، يقبل كل منها التعريف والتحديد الدقيق وتتميز كل منها عن الأخرى بسهولة •

٢- يجب أن تكون العمليات أو المهام أو الأنشطة منتظمة ، بمعنى إمكانية جدولتها في شكل متوالية فنية متتابعة ، تكون في مجموعها الخطوات المنطقية لتنفيذ المشروع أو لتحقيق الهدف . ويلزم أن لا يكون هناك تداخل متبادل بين العمليات أو الأنشطة أو المهام المختلفة في تنفيذ المشروع أو في تحقيق الهدف .

٣ - أساسيات نماذج التحليل الشبكي :

يلزم لتطبيق أسلوب المسار الحرج أو أسلوب تخطيط وجدولة المشروعات ، أن يتم تحليل المشروع أو تجزئته الى مهام محددة وواضحة . فيلزم أن يتم تحديد وتعريف كل جزئية من المشروع والمهام اللازمة لتنفيذها بوضوح ودقة حتى تتوافر إمكانية التمييز بين الأنشطة أو المهام المؤدية الى انجاز كل جزئية من الجزئيات والاحداث المترتبة على هذا الانجاز والمرتبة لها . وفي اطار نماذج التحليل الشبكي يكون للنشاط أو المهمة دلالة محددة كما يكون للحدث مغزى معين .

فالنشاط أو المهمة هي أداؤ وظيفي يستنفد موارد اقتصادية ويتم تعريفه بدلالة الزمن اللازم لانجازه ، وعندما يتحقق انجازه باستنفاد الزمن المقرر له يتحقق حدث معين . والحدث المعين يكون بالتبعية هو اللحظة الزمنية المؤدنه بانتهاء النشاط أو المهمة (أو بابتداء النشاط أو المهمة) ، أو بانجاز جزئية معينة من المشروع (أو البدئ في جزئية معينة من المشروع) . فقرة صفحة من هذا الكتاب تعد نشاطا أو مهمة تستغرق وقتا وتستنفد طاقة وجهدا . وعند البدئ في قراءتها يتحقق حدث " البدئ في قراءة الصفحة " وعند الانتهاء من قراءتها يتحقق حدث " الانتهاء من قراءة الصفحة " والذي قد يكون هو نفس حدث " البدئ في قراءة الصفحة التالية " ، والتي هي نشاط آخر يستلزم وقتا وجهدا اضافيين .

وبعد أن يتم تحليل المشروع الى الأنشطة والمهام اللازمة لتنفيذه وتحديد أحداث البدئ والانجاز الخاصة بكل نشاط أو مهمة ، يتم وضع نتائج هذا التحليل في جدول " التابع الفني لانجاز عمليات المشروع " ككل . وحيث الأنشطة والمهام هي التي تستغرق وقتا بينما الاحداث لا تستغرق أى وقت ، فان جدول التابع الفني للعمليات يحدد الأزمنة اللازمة لانجاز كل نشاط أو مهمة عن طريق علاقات أحداث البدئ والانتهاء فاذا كان الوقت

المقرر لقراءة الصفحة هو خمس دقائق مثلاً ، وكان حدث البدئ في القراءة هو الساعة الرابعة والنصف مساءً ، فان حدث الانتهاء يجب أن يكون الساعة الرابعة وخمسة وثلاثون دقيقة مساءً . فاذا كان الحدث الأول هو (أ) والحدث الثاني هو (ب) فان " نشاط " قراءة الصفحة يستغرق وقتاً يساوي (ب - أ) ، أو الفرق بين الحدثين . وعادة ما يطلق على كل نشاط أو مهمة اسم يميزها عن الأنشطة أو المهام الأخرى ، وعادة ما تكون هذه التسمية في صورة رمزية . كما يتضمن جدول التابع الفني للعمليات في كثير من الأحيان على توصيف طبيعة كل نشاط والإجراءات اللازمة لانجازه . ويوضح الجدول (١ / ٦) التابع الفني لعمليات تصنيع محرك كهربائي وتجميعها (مبسطة الى أقصى درجات التبسيط) .

وبعد أن يتم اعداد جدول (أو جداول) التابع الفني لعمليات تنفيذ المشروع (أو لجزئياته اذا كان المشروع كبيراً) ، يتم اعداد خريطة شبكية توضح هذا التابع والأنشطة والاحداث المميزة له والأزمنة اللازمة لانجاز كل نشاط من الأنشطة ، وقد جرت العادة على تمثيل النشاط أو المهمة على الخريطة بسهم تقع قاعدته عند حدث بدئ النشاط وتقع قمته عند حدث انتهاء النشاط ، كما جرت العادة على تمثيل الاحداث بدوائر تربط الأنشطة أو المهام ببعضها البعض .^(١) ويوضح الشكل رقم (١ / ٦) خريطة التابع الفني للمثال الموضح في الجدول (١ / ٦) .

فالنشاط (أ) مثلاً يبدأ بالحدث رقم (١) وينتهي بتحقيق الحدث رقم (٢) والذي بتحقيقه تكون جميع المواد الخام اللازمة لكل العمليات قد تم تحضيرها ويستغرق هذا التحضير ثلاث ساعات ، وبالتالي فهي الزمن المقرر لانجاز النشاط (أ) .

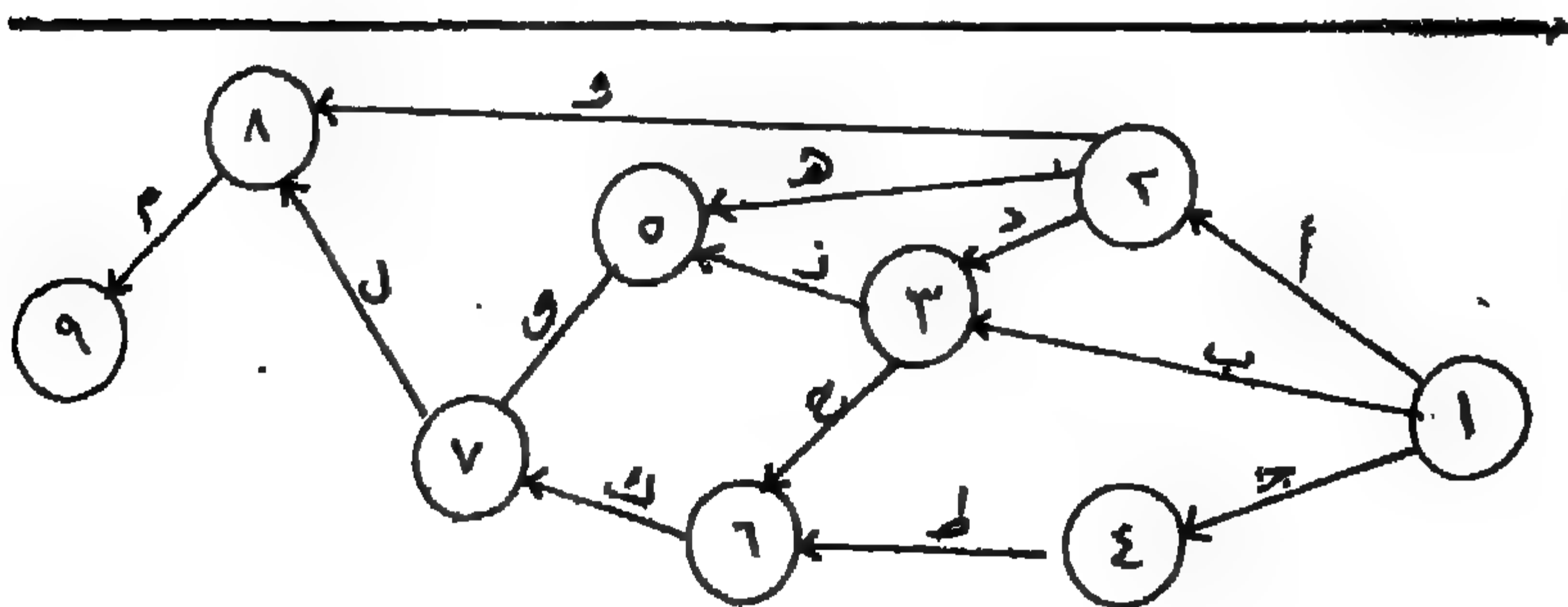
وعادة ما تظهر خريطة التابع الفني بالاضافة للمسميات الرمزية للأنشطة المختلفة ، الأزمنة اللازمة لانجاز كل منها . وقد جرت العادة على وضع التسمية الرمزية للنشاط أعلى

(١) ليست هذه هي الطريقة الوحيدة لتمثيل الاحداث والأنشطة على خريطة التابع الفني . وتوجد طريقة أخرى لها العديد من المزايا ولكنها غير منتشرة الاستخدام . انظر د . عبد الحى مرعى ، محاسبة التكاليف لأغراض التخطيط والرقابة ، دار المطبوعات الجامعية ، ١٩٨٠ ، الفصل الرابع عشر ، لعرض مبسط لهذه الطريقة البديلة .

جدول (١ / ٦)
التتابع الفني للعمليات

النشاط	توصيف النشاط	الاحداث السابقة	الاحداث اللاحقة	الزمن اللازم بالساعة
أ	تحضير المواد الخام لكل العمليات	١	٢	٣
ب	اعداد الآلات للتشغيل	١	٣	٢
ج	اعداد الملفات الكهربائية	١	٤	٥
د	تغذية الآلات بمواد التصنيع	٢	٣	٢
هـ	تحضير المواد العازلة	٢	٥	٢
و	تحضير مواد الطلاء	٢	٨	١
ز	تصنيع الجزء ٣١٢	٣	٥	٣
ح	تصنيع الجزء ٥٠٢	٣	٦	٥
ط	تركيب الملفات الكهربائية	٤	٦	٤
ي	عزل الجزء ٣١٢	٥	٧	٢
ك	تجميع الملفات في الجزء ٥٠٢	٦	٧	٣
ل	تركيب الجزء ٥٠٢ في الجزء ٣١٢	٧	٨	٤
م	طلاء المحرك	٨	٩	٢

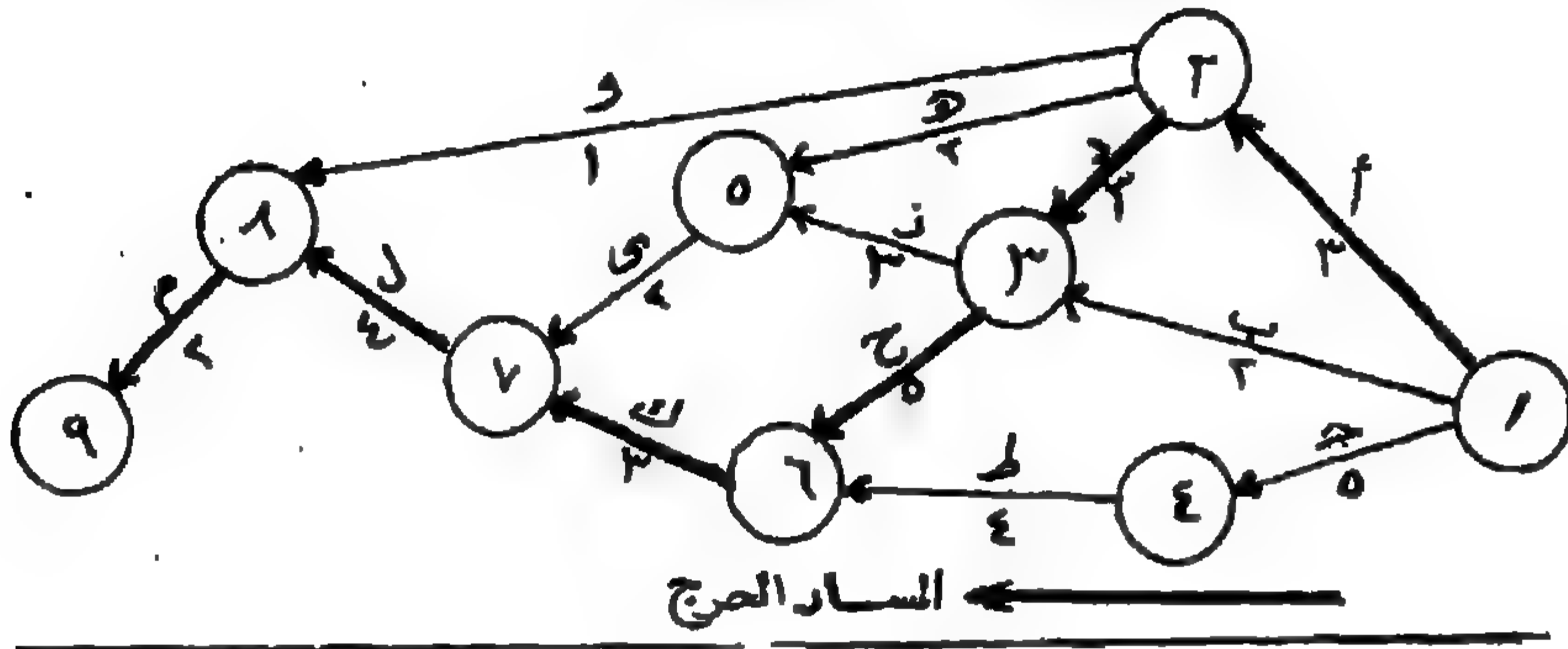
شكل رقم (١ / ٦)
خريطة التتابع الفني للعمليات



أعلى السهم الخاص به ووضع الزمن اللازم لانجاز النشاط أسفل السهم . وإذا قمنا بأجراء ذلك من واقع جدول التتابع الفني لظهرت خريطة التتابع الفني بأزمنة الانجاز كما هو موضح بالشكل رقم (٢ / ٦) .

شكل (٢ / ٦)

خريطة التتابع الفني موضحا فيها أزمنة الانجاز



٣-١- تحديد المسار الحرج :

بعد اعداد خريطة التتابع الفني وتوضيح الزمن اللازم لانجاز كل نشاط عليها، تصبح المهمة التالية هي تحديد المسار الحرج. والمسار الحرج هو ذلك المسار على الخريطة والذي يصل بين حدث البدئ وحدث الانتهاء في أطول زمن انجاز ممكن . وحدث البدئ هو النقطة الزمنية للبدئ في تنفيذ المشروع ككل ، وحدث الانتهاء هو النقطة الزمنية التي ينتهي فيها انجاز تنفيذ المشروع ككل . وفي مثالنا بعاليه حدث البدئ هو الحدث رقم (١) وحدث الانتهاء هو رقم (٩) . ويمثل المسار الحرج وقت الانجاز المبكر للمشروع ككل ، والذي لا يمكن التبكير في اتمام الانجاز أو التنفيذ عنه دون تحمل تكاليف اضافية .

ويمكن تحديد المسار الحرج عن طريق حصر جميع المسارات على خريطة التتابع الفني وتحديد الأزمنة اللازمة لانجاز كل منها وتحديد أكثرها استفاداً للوقت ليكون المسار الحرج . وفي الخريطة بعاليه نجد أن لدينا سبعة مسارات كالآتي :

المسار	الزمن بالساعة	مجموع الساعات
الاول : ١ ← ٢ ← ٨ ← ٩	٣ + ١ + ٢	٦
الثاني : ١ ← ٢ ← ٥ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٣ + ٢ + ٢ + ٤ + ٢	١٣
الثالث : ١ ← ٢ ← ٣ ← ٥ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٣ + ٢ + ٣ + ٢ + ٤ + ٢	١٦
الرابع* : ١ ← ٢ ← ٣ ← ٦ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٣ + ٢ + ٥ + ٣ + ٤ + ٢	١٩*
الخامس : ١ ← ٢ ← ٥ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٢ + ٣ + ٢ + ٤ + ٢	١٣
السادس : ١ ← ٢ ← ٦ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٢ + ٥ + ٣ + ٤ + ٢	١٦
السابع : ١ ← ٤ ← ٦ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٥ + ٤ + ٣ + ٤ + ٢	١٨

فالمسار الثالث مثلاً يبدأ بالحدث (١) ، ثم يتم انجاز النشاط (أ) في ثلاث ساعات ليتحقق الحدث (٢) ، ثم يتم انجاز النشاط (د) في ساعتين ليتحقق الحدث (٣) بانقضاء خمس ساعات على هذا المسار (٢ + ٣) ثم يتم انجاز النشاط (ز) والذي يستغرق ٣ ساعات ليتحقق الحدث (٥) بانقضاء ٨ ساعات على هذا المسار ، ثم يتم انجاز النشاط (ي) الذي يستغرق ساعتين ليتحقق الحدث (٧) بانقضاء عشر ساعات ، ثم يتم انجاز النشاط (ل) الذي يستغرق ٤ ساعات ليتحقق الحدث (٨) بانقضاء ١٤ ساعة ، ثم يتم انجاز النشاط (م) الذي يستغرق ساعتين ليتحقق الحدث (٩) بانقضاء ١٦ ساعة منذ حدث البدئ (١) . ولكنه من الواضح أنه لا يمكن انجاز المشروع في ١٦ ساعة كما يتطلب المسار الثالث ، ذلك لان المسار الرابع يتطلب للوصول من حدث البدئ حتى حدث الانتهاء انقضاء ١٩ ساعة . وانقضاء ١٦ ساعة على المسار الثالث يعنى أن هناك أنشطة لم تستكمل بعد على المسار الرابع ويلزم استكمالها لاستكمال المشروع . وبالتالي فيعتبر المسار الرابع ، والذي يستغرق أطول وقت ممكن ، هو المحدد للزمن اللازم للانجاز المبكر للمشروع ككل . وبذلك يكون المسار الرابع هو المسار الحرج لهذا المثال . ويوضح المسار الحرج على خريطة التتابع الفني بأسهم مزدوجة كما هو واضح في الشكل (٢ / ٦) .

٢-٣ وقت الانجاز المبكر ووقت الانجاز المتأخر للأحداث :

قد يمكن حصر جميع المسارات الممكنة وحساب الزمن الكلى اللازم لانجاز المهام أو الأنشطة على كل منها بسهولة ، كما في المثال بعاليه ، اذا كان عدد الأنشطة والاحداث

قليلاً . غير أن أى مشروع فعلى فى الواقع العملى عادة ما تتعدد فيه الأنشطة والاحداث بحيث يصعب ، ان لم يستحيل تحديد كل المسارات الممكنة وحساب الزمن الكلى لكل منها دون خطأ . ويحتاج الامر فى ظل هذه الظروف الى البحث عن وسيلة أخرى بخلاف الحصر الكلى الشامل لكل المسارات الممكنة ، والازمنة اللازمة لكل منها لتحديد المسار الحرج . ذلك لأن المسار الحرج هو أهم المسارات من حيث احتوائه على كل الأنشطة والمهام التى يمكن أن تعوق تنفيذ المشروع ككل وتؤدى الى تأخره عما هو مقرر له . وبالتالي فالعمليات والأنشطة والمهام التى تقع عليه تحتاج للعناية والمتابعة والرقابة عن كل العمليات والأنشطة والمهام الأخرى .

ويتم تحديد المسار الحرج عملاً عن طريق حساب وقف الانجاز المبكر ووقت الانجاز المتأخر لكل حدث من الاحداث . ويتحدد المسار الحرج بذلك المسار الذى يقع فيه الاحداث التى يتساوى وقت انجازها المبكر مع وقت انجازها المتأخر .

ويتحدد وقت الانجاز المبكر لكل حدث من الاحداث بأطول وقت ممكن يمكن أن يؤدى الى تحقيق الحدث على كل من المسارات المؤدية اليه . ويتم تحديده لكل حدث من الاحداث بالابتداء بحدث البدئ الذى يفترض أن وقت انجازه المبكر هو نقطة الصفر على مقياس الزمن ثم التقدم فى اتجاه أسهم الانجاز للأنشطة والمهام للاحداث التالية على خريطة التتابع الفنى . ويكون وقت الانجاز المبكر للحدث التالى مساوياً لأطول وقت يستنفد فى سبيل الوصول الى الحدث عن طريق كل من المسارات الموصلة له ، وهكذا .

ولتوطيح ذلك دعنا نرمز لوقت الانجاز المبكر بالرمز q_r . ولنعود الآن للخريطة فى الشكل (٣ / ٦) الخاصة بالمثال بعاليه . وحيث أن وقت الانجاز المبكر للحدث الأول (حدث البدئ) يساوى الصفر بالتعريف ، أى أن $q_r = ٠$ صفر ، فاننا نبدأ

بحساب وقت الانجاز المبكر للأحداث التالية له كالآتي :

الحدث (٢) : النشاط الوحيد الموصل اليه هو النشاط (أ) الذي يستغرق ٣ ساعات
وقت الانجاز المبكر للحدث ٢ ، أي $ق_٢ =$ وقت الانجاز المبكر للحدث
السابق + وقت انجاز النشاط (أ) = صفر + ٣ = ٣ .

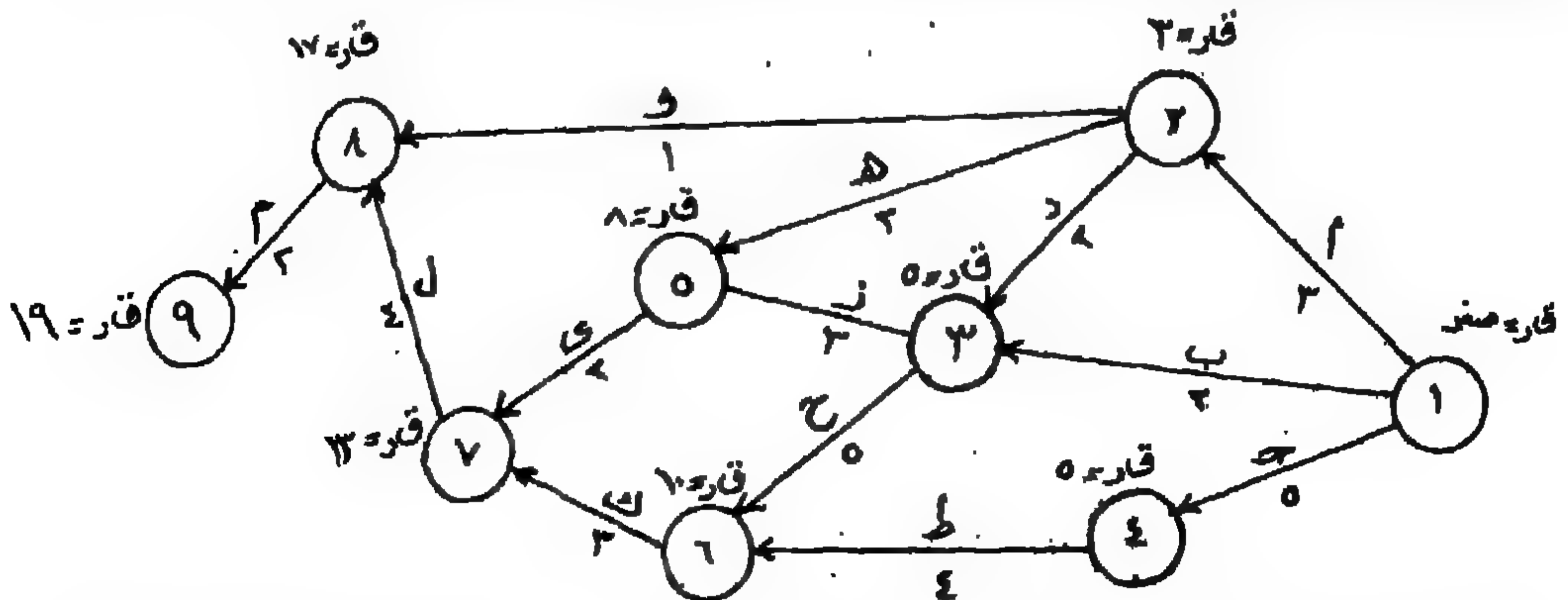
الحدث (٣) : يوصل اليه نشاطين : النشاط (ب) والنشاط (د) .
من طريق النشاط (ب) : $ق_٣(ب) =$ وقت الانجاز المبكر للحدث السابق (١)
+ وقت انجاز النشاط (ب) = صفر + ٢ = ٢ .

من طريق النشاط (د) : $ق_٣(د) =$ وقت الانجاز المبكر للحدث السابق
(٢) + وقت انجاز النشاط (د) = ٢ + ٣ = ٥ .
∴ $ق_٣ =$ أكبر $[ق_٣(ب) ، ق_٣(د)] =$ أكبر (٢ ، ٥) = ٥ .

الحدث (٥) : يوصل اليه نشاطين : النشاط (هـ) والنشاط (ز) .
من طريق النشاط (هـ) : $ق_٥(هـ) =$ وقت الانجاز المبكر للحدث السابق
(٢) + وقت انجاز النشاط (هـ) = ٢ + ٣ = ٥ .
من طريق النشاط (ز) : $ق_٥(ز) =$ وقت الانجاز المبكر للحدث السابق (٣) + وقت
انجاز النشاط (ز) = $ق_٣ + ق(ز) = ٥ + ٣ = ٨$.
∴ $ق_٥ =$ أكبر $[ق_٥(هـ) ، ق_٥(ز)] =$ أكبر (٥ ، ٨) = ٨ .

وهكذا نتحدد أوقات الانجاز المبكرة لباقي الأحداث كما يتضح من الخريطة الموضحة فـ
الشكل (٣/٦) .

(شكل (٣-٦) خريطة التتابع الفنى مع ق للاحداث



وبلاحظ من الخريطة مثلاً أن الحدث (٧) يؤدي اليه النشاطين ك ، ي . وعن طريق النشاط ك يتطلب تحقيق الحدث (٧) تحقق الحدث (٦) الذي تحدد وقت انجازه المبكر بعشرة ساعات ، بالإضافة الى انجاز النشاط (ك) الذي يسفر عن ٣ ساعات لتكون جملة الزمن المطلوب ١٣ ساعة . بينما عن طريق النشاط (ي) يتطلب الأمر ٨ ساعات للوصول للحدث (٥) . ثم ساعتين لانجاز النشاط (ي) لتكون جملة الزمن المطلوب ١٠ ساعات . وحيث لا يمكن تحقق الحدث (٧) قبل انجاز النشاط (ك) ، والذي لا يمكن البدء فيه قبل تحقق الحدث (٦) ، فيكون وقت الانجاز المبكر للحدث (٧) مساوياً ١٣ ساعة .

ويتحدد وقت الانجاز المتأخر (ق م) لكل حدث من الأحداث بالرجوع للخلف على خريطة التتابع الفنى مبتدئين بالحدث الأخير ، والذي يفترض أن وقت انجازه المبكر يساوى وقت انجازه المتأخر . ويتحدد وقت الانجاز المتأخر لكل من الأحداث السابقة بطرح أزمنة انجاز الأنشطة اللاحقة من وقت الانجاز المتأخر للأحداث اللاحقة واختيار أصغر حصيلة للطرح .

وبالرجوع لمثالنا بعاليه نجد أن قم للحدث (٩) = ١٩ ساعة = ق_٩ بالتعريف . وبالرجوع للخلف للحدث (٨) نجد أن النشاط المنبثق منه هو النشاط الوحيد (م) والذي يستغرق ساعتين . ويطرح الساعتين من ١٩ ساعة يكون قم للحدث (٨) ، أى قم = ١٧ = ١٩ - ٢ .

وبالنسبة لباقي الأحداث يكون قم كالآتى :

بالنسبة للحدث (٧) = قم = ٨ - زمن انجاز النشاط (ل) المنبثق من الحدث (٧)

$$= قم - ٨ = ق (ل)$$

$$= ١٧ - ٤ = ١٣$$

بالنسبة للحدث (٦) قم = ٦ - قم = ق (ك)

$$= ١٣ - ٣ = ١٠$$

بالنسبة للحدث (٥) ، قم = ٥ - قم = ق (ي)

$$= ١٣ - ٢ = ١١$$

بالنسبة للحدث (٤) ، قم = ٤ - قم = ق (ط)

$$= ١٠ - ٤ = ٦$$

بالنسبة للحدث (٣) ينبثق منه نشاطين: النشاط (ز) والنشاط (ح)

$$\text{قم} ٣ (ز) = \text{قم} ٥ - \text{ق} (ز)$$

$$٨ = ٣ - ١١ =$$

$$\text{قم} ٣ (ح) = \text{قم} ٦ - \text{ق} (ح)$$

$$٥ = ٥ - ١٠ =$$

$$\therefore \text{قم} ٣ = \text{أقل} [\text{قم} ٣ (ز) , \text{قم} ٣ (ح)]$$

$$= \text{أقل} [٥ , ٨] = ٥$$

بالنسبة للحدث (٢) ينبثق منه ثلاثة أنشطة هي: (د) ، (هـ) ، (و)

$$\text{قم} ٢ (د) = \text{قم} ٣ - \text{ق} (د) = ٣ - ٥ = ٢$$

$$\text{قم} ٢ (هـ) = \text{قم} ٥ - \text{ق} (هـ) = ١١ - ٢ = ٩$$

$$\text{قم} ٢ (و) = \text{قم} ٨ - \text{ق} (و) = ١٧ - ١ = ١٦$$

$$\therefore \text{قم} ٢ = \text{أقل} [١٦ , ٩ , ٣] = ٣$$

بالنسبة للحدث (١) ينبثق منه ثلاثة أنشطة هي: (أ) ، (ب) ، (جـ)

$$\text{قم} ١ (أ) = \text{قم} ٢ - \text{ق} (أ) = ٣ - ٣ = \text{صفر}$$

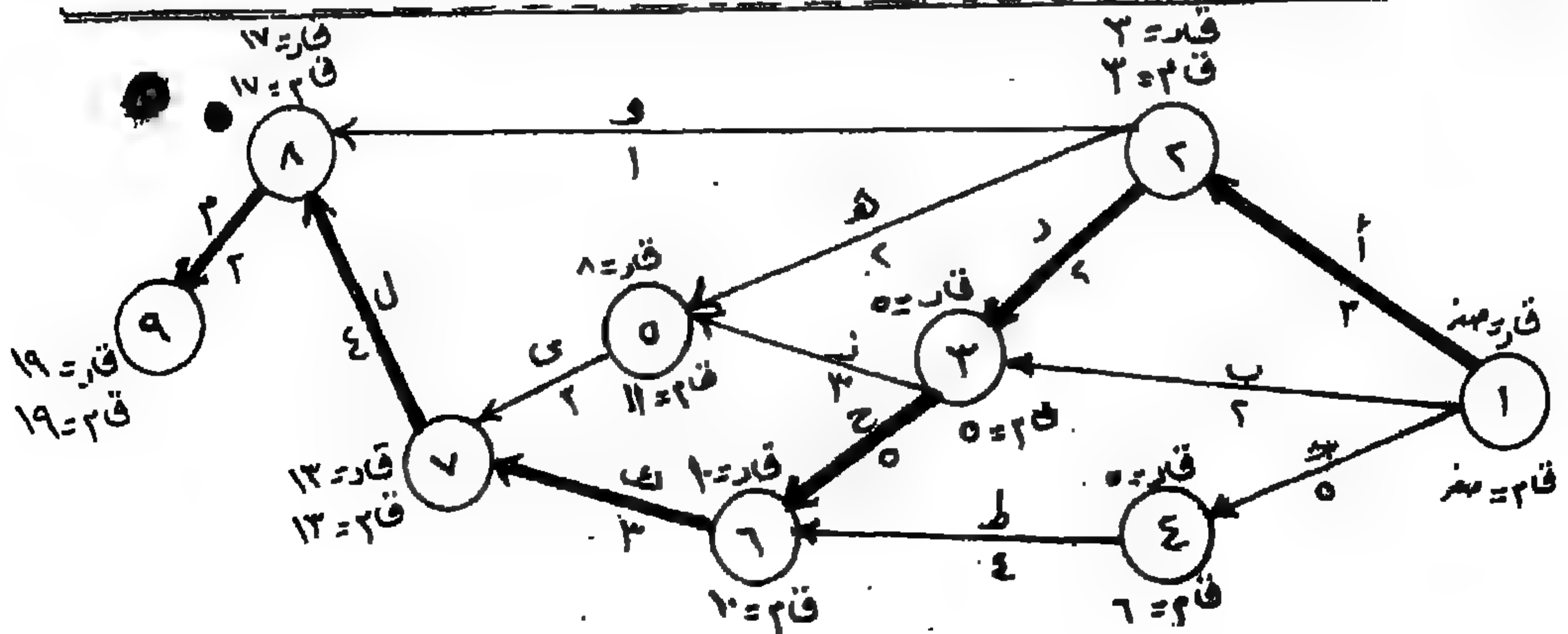
$$\text{قم} ١ (ب) = \text{قم} ٣ - \text{ق} (ب) = ٥ - ٢ = ٣$$

$$\text{قم} ١ (جـ) = \text{قم} ٤ - \text{ق} (جـ) = ٦ - ٥ = ١$$

$$\therefore \text{قم} ١ = \text{أقل} [\text{صفر} , ٣ , ١] = \text{صفر}$$

ويوضح الشكل (٤ / ٦) خريطة التتابع الفني موضحا عليها أوقات الانتهاء المبكر (ق ر) وأوقات الانتهاء المتأخر (قم) لكل من الاحداث التسعة . ويلاحظ من الخريطة أن ق ر = قم للأحداث التالية: (١) ، (٢) ، (٣) ، (٦) ، (٧) ، (٨) ، (٩) . وبالتالي فتقع هذه الاحداث على المسار الحرج وتحدد .

شكل (٤ / ٦) خريطة التتابع الفني مع ق ر ، قم للأحداث



٣-٣- الوقت الفائض وخصائص المسارات :

يقع على المسار الحرج عمليات المشروع التي تحتاج لعناية خاصة ، حيث تمثل مراكز الاختناق ، والتي اذا تأخر تنفيذ احداها عن الزمن المقرر يتأخر تنفيذ المشروع كله . وبالتالي فالانتها من تنفيذ المشروع في الوقت المحدد له يتوقف على الانتهاء من العمليات أو الأنشطة الواقعة على المسار الحرج في الوقت المحدد لكل منها . ويترتب على انجاز نشاط معين على المسار الحرج (أو على المسارات الأخرى) تحقق حدثا معيناً يؤذن بانتهاء انجاز النشاط ويؤذن بالبداية في الأنشطة التالية . فالحدث هو نقطة انتهاء انجاز نشاط أو أنشطة وبداية انجاز نشاط أو أنشطة تالية . وحيث يكون لكل حدث وقتان للإنجاز هما وقت الانجاز المبكر (قمر) ووقت الانجاز المتأخر (قم) فان تساوى هذين الوقتين يعنى أن أى تأخير في تحقيق هذا الحدث عن طريق التأخر في انجاز العمليات أو الأنشطة السابقة يؤدي الى تأخر تنفيذ المشروع كله . ولذلك فيقع على المسار الحرج كل الأحداث التي يتساوى فيها وقت الانجاز المبكر مع وقت الانجاز المتأخر ، ويترتب على ذلك أن كل الأنشطة التي تقع على المسار الحرج تكون ذات حساسية خاصة لانعدام المرونة في امكانية تأخير تنفيذ أى منها دون تأخير المشروع كله . ولذلك يقال أن هذه الأنشطة ليس لها وقت فائض ، أو أن الوقت الفائض لها يساوى الصفر .

الا أن العمليات أو الأنشطة التي لا تقع على المسار الحرج من جهة أخرى ، قد يمكن التأخير في انجاز كل منها أو بعضها دون التأخر عن انجاز المشروع كله في الوقت المحدد له . ويتحدد وقت التأخر في الانجاز لكل نشاط أو عملية في هذا الصدد بما يسمى بالوقت الفائض Slack Time لها . ويتميز الوقت الفائض الى قسمين : الوقت الفائض الكلى ، والوقت الفائض الحر . ويتحدد الوقت الفائض الكلى لكل عملية بالمعادلة الآتية :

$$\text{الوقت الفائض الكلى للعملية} = \text{وقت الانتهاء المتأخر للحدث التالي} - (\text{وقت الانتهاء المبكر للحدث السابق} + \text{الوقت اللازم لانجاز العملية أو النشاط})$$

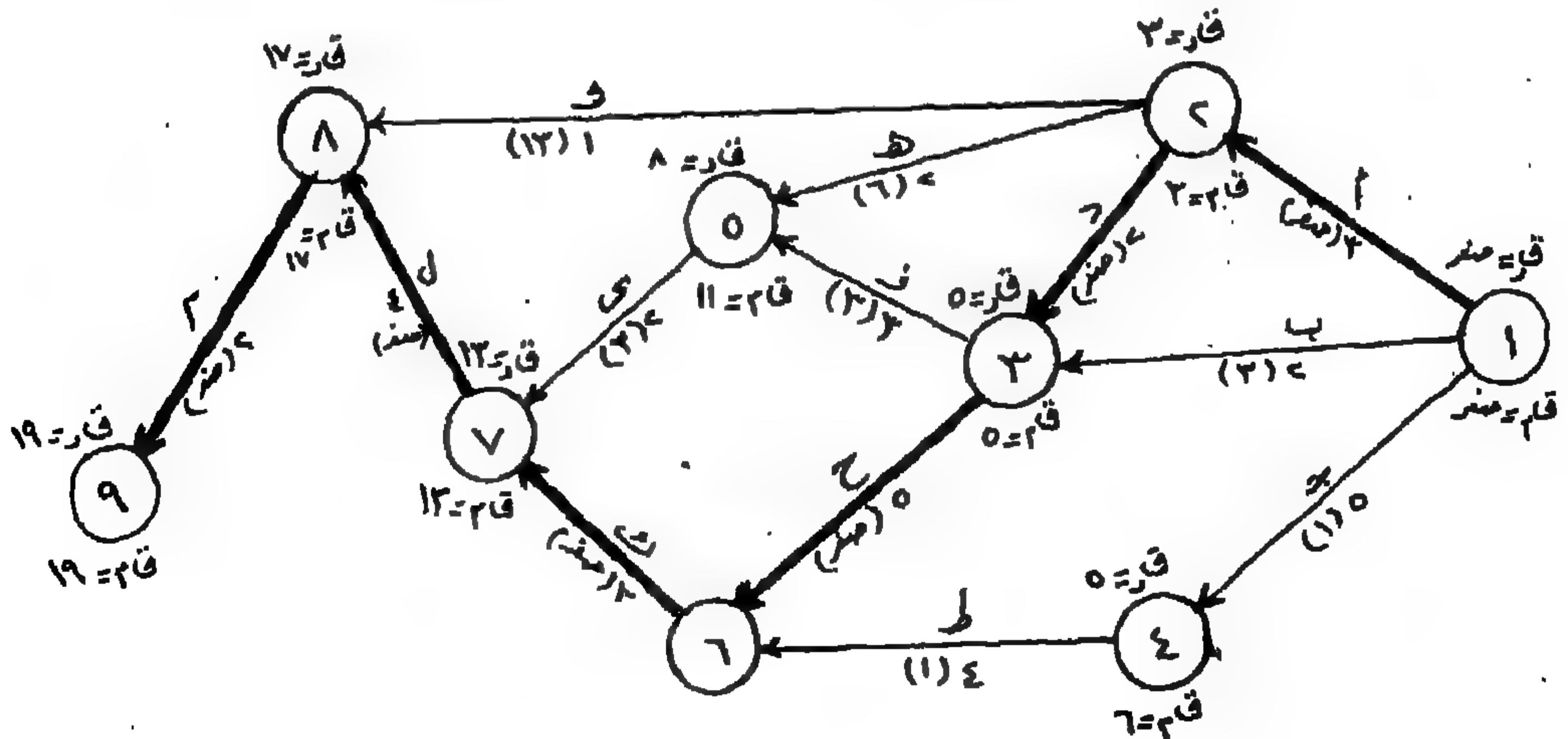
وانا رمزنا للوقت الفائض الكلى لكل عملية (ن) بالرمز ف (ن) فان حساب هذا الوقت لكل عملية من العمليات في مثالنا بعاليه باستخدام المعادلة السابقة يكون كالآتى (من واقع الشكل) :

$$\begin{aligned}
 \text{ك (أ)} &= \text{ق م} ٢ - [\text{ق ر} ١] + \text{ق (أ)} ١ = ٣ - (\text{صفر} + ٣) = \text{صفر} \\
 \text{هـ (ب)} &= \text{ق م} ٣ - [\text{ق ر} ١] + \text{ق (ب)} ٥ = ٥ - (\text{صفر} + ٢) = ٣ \\
 \text{ف (ج)} &= \text{ق م} ٤ - [\text{ق ر} ١] + \text{ق (ج)} ٦ = ٦ - (\text{صفر} + ٥) = ١ \\
 \text{ف (د)} &= \text{ق م} ٣ - [\text{ق ر} ٢] + \text{ق (د)} ٥ = ٥ - (\text{صفر} + ٣) = ٢ \\
 \text{ف (هـ)} &= \text{ق م} ٥ - [\text{ق ر} ٢] + \text{ق (هـ)} ١١ = ١١ - (\text{صفر} + ٢) = ٩ \\
 \text{ف (و)} &= \text{ق م} ٨ - [\text{ق ر} ٢] + \text{ق (و)} ١٧ = ١٧ - (\text{صفر} + ١) = ١٦ \\
 \text{ف (ز)} &= \text{ق م} ٥ - [\text{ق ر} ٣] + \text{ق (ز)} ١١ = ١١ - (\text{صفر} + ٥) = ٦ \\
 \text{ف (ح)} &= \text{ق م} ٦ - [\text{ق ر} ٣] + \text{ق (ح)} ١٠ = ١٠ - (\text{صفر} + ٥) = ٥ \\
 \text{ف (ط)} &= \text{ق م} ٦ - [\text{ق ر} ٤] + \text{ق (ط)} ١٠ = ١٠ - (\text{صفر} + ٤) = ٦ \\
 \text{ف (ي)} &= \text{ق م} ٧ - [\text{ق ر} ٥] + \text{ق (ي)} ١٣ = ١٣ - (\text{صفر} + ٢) = ١١ \\
 \text{ف (ك)} &= \text{ق م} ٧ - [\text{ق ر} ٦] + \text{ق (ك)} ١٣ = ١٣ - (\text{صفر} + ٣) = ١٠ \\
 \text{ف (ل)} &= \text{ق م} ٨ - [\text{ق ر} ٧] + \text{ق (ل)} ١٧ = ١٧ - (\text{صفر} + ٤) = ١٣ \\
 \text{ف (م)} &= \text{ق م} ٩ - [\text{ق ر} ٨] + \text{ق (م)} ١٩ = ١٩ - (\text{صفر} + ٢) = ١٧
 \end{aligned}$$

ويوضح الشكل (٥ / ٦) خريطة التتابع الفني موضحا عليها الوقت الفائض لكل عملية من العمليات كما تم حسابه بعاليه . ويلاحظ أن الوقت الفائض قد وضع بين قوسين بجوار الوقت اللازم لانجاز العملية .

شكل (٥ / ٦)

خريطة التتابع الفني مع الوقت الفائض لكل عملية من العمليات



كما يلاحظ أن الوقت الفائض الكلى للعمليات الواقعة على المسار الحرج يساوى صفر، ذلك لأن وقت الانجاز المبكر للمشروع كله يساوى مع وقت الانجاز المتأخر له ، ويساوى ١٩ ساعة .

وتؤدى الطريقة التى اتبعناها فى حساب الوقت الفائض الخاص بكل عملية من العمليات الى بعض المشاكل فيما يختص بتأخير العمليات التى لا تقع على المسار الحرج . فقد افترضنا بصدده حساب الوقت الفائض الكلى الخاص بكل عملية أن الحدث التالى لها يتحقق فى وقت انجازه المتأخر وأن الحدث السابق لها يتحقق فى وقت انجازه المبكر . ويترتب على ذلك عند اختلاف الوقتين لحدث معين أن يحدث ازدواج فى حساب الوقت الفائض للعمليات السابقة واللاحقة لهذا الحدث . ولتوضيح ذلك دعنا نتفحص النشاطين (ج) و (ط) على المسار ١ - ٤ - ٦ . لاحظ أن الوقت الفائض للنشاط (ج) يفترض أن النشاط (ط) سوف يبدأ بعد أن يتحقق الحدث (٤) فى ٦ ساعات ، بينما الوقت الفائض للنشاط (ط) تم حسابه على أساس أن الحدث (٤) سوف يتحقق فى ٥ ساعات ، أى فى وقت انجازه المبكر . ولو تم تأخير النشاط (ج) ساعة وهو يستغرق فى انجازه ٥ ساعات ، وتم تأخير النشاط (ط) ساعة وهو يستغرق فى انجازه ٤ ساعات لتترتب على ذلك تأخر تحقق الحدث (٦) الذى يلزم تحقيقه فى ١٠ ساعات ، الى ١١ ساعة $[(١ + ٤) + (١ + ٥)]$ والواقع أن الوقت الفائض الذى يمكن تخصيصه بين النشاطين هو ساعة واحدة ، كما يوضحها الفرق بين قرء وق م ، حيث يقع الحدث الرابع بين النشاطين . وبالتالى فإذا تأخر النشاط (ج) ساعة فيلزم أن لا يتأخر النشاط (ط) بأى شئ حتى يتحقق الحدث (٦) فى موعده . فالنشاطين (ج) و (ط) يتشاركان فى فائض كلى مشترك قدره ساعة واحدة ، فإذا تأخر تنفيذ أحدهما بجزء منها فإنه يمكن تأخير الثانى بما يتبقى من الساعة ولا أكثر .

ومن جهة أخرى دعنا نتفحص المسارين الجزئيين

$$\begin{array}{c} ٢ \leftarrow ٣ \leftarrow ٥ \leftarrow ٧ \\ ٢ \leftarrow ٥ \leftarrow ٧ \end{array}$$

ونلاحظ أن العملية هى عملية مشتركة بين المسارين كما أن سوى الوقت الفائض الخاص بها يفترض أن الحدث (٥) يتحقق فى وقت انجازه المبكر $ق = ٨$ ، الا أن كل من العمليتين السابقتين (هـ) و (ز) يفترض فى شأن تحديد الوقت الفائض الخاص بهما أن الحدث (٥)

يتحقق في وقت انجازه المتأخر ق م = ١١ . وقد ترتب على ذلك أن أصبح الوقت الفائض للعملية (ز) = ٣ والوقت الفائض للعملية (هـ) = (٦) . غير أنه لو تأخر انجاز (ز) بثلاث ساعات وانجاز (هـ) بستة ساعات لما أصبح من الممكن أن يتأخر انجاز (ي) بأي شئ دون تأخير المشروع كله . ومع ذلك فيمكن أن تتأخر (هـ) لمدة ثلاثة ساعات دون أن تؤثر في الوقت الفائض المشترك بين (ز) ، (ي) . فهي (هـ) لو تأخرت ٣ ساعات لتم انجازها في وقت الانجاز المبكر للحدث (٥) والذي لا يؤثر في الوقت الفائض المتاح للعملية (ي) ويطلق على هذه الساعات الثلاثة للعملية (هـ) الوقت الفائض الحر الخاص بها ، والذي لا يؤثر على باقى عمليات وأحداث المشروع .

ويعرف الوقت الفائض الحر لعملية ما بأنه الفرق بين تاريخ الانتهاء المبكر للعملية وتاريخ الانتهاء المبكر للحدث التالي لها . ويكون تاريخ الانتهاء المبكر للعملية مساويا لتاريخ الانتهاء المبكر للحدث السابق لها مضافا اليه الوقت اللازم لانجاز العملية ، أى أن :
الوقت الفائض الحر = ق للحدث التالي - (ق للحدث السابق + ق للعملية) .
وإذا رمزنا للوقت الفائض الحر للعملية (ن) بالرمز ق (ن) ، فان حسابه لعمليات المثال بعاليه تكون كالآتى :

$$\begin{aligned}
 \text{ق (أ)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (أ)}] = ٣ - (\text{صفر} + ٣) = \text{صفر} \\
 \text{ق (ب)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (ب)}] = ٥ - (\text{صفر} + ٢) = ٣ \\
 \text{ق (ج)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (ج)}] = ٥ - (\text{صفر} + ٥) = \text{صفر} \\
 \text{ق (د)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (د)}] = ٥ - (٢ + ٣) = \text{صفر} \\
 \text{ق (هـ)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (هـ)}] = ٨ - (٢ + ٣) = ٣ \\
 \text{ق (و)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (و)}] = ١٧ - (١ + ٣) = ١٣ \\
 \text{ق (ز)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (ز)}] = ٨ - (٣ + ٥) = \text{صفر} \\
 \text{ق (ح)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (ح)}] = ١٠ - (٥ + ٥) = \text{صفر} \\
 \text{ق (ط)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (ط)}] = ١٠ - (٤ + ٥) = ١ \\
 \text{ق (ي)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (ي)}] = ١٣ - (٢ + ٨) = ٣ \\
 \text{ق (ك)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (ك)}] = ١٣ - (٣ + ١٠) = \text{صفر} \\
 \text{ق (ل)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (ل)}] = ١٧ - (٤ + ١٣) = \text{صفر} \\
 \text{ق (م)} &= \text{ق ر} - [\text{ق ز} + \text{ق (م)}] = ١٩ - (٢ + ١٧) = \text{صفر}
 \end{aligned}$$

وإذا ما قمنا بمقارنة الوقت الفائض الكلى والوقت الفائض الحر لكل عملية من العمليات
لا تضح الآتى :

١- يجب أن يكون الوقت الفائض الحر للعمليات التى تقع على المسار الحرج مساوياً
للصفر ، حتى ولو كان الوقت الفائض الكلى لبعض هذه العمليات غير مساوياً للصفر . فنفسه
افتراضنا فى المثال بعاليه أن وقت الانتهاء المتأخر للمشروع كله يتساوى مع وقت انتهائهم
المبكر . ولذلك كان الوقت الفائض الكلى للعمليات الواقعة على المسار الحرج مساوياً للصفر .
أما إذا كان وقت الانتهاء المتأخر للمشروع كله يزيد عن وقت الانتهاء المبكر ، فإن الوقت
الفائض الكلى المشترك لكل العمليات التى تقع على المسار الحرج سوف يساوى الفرق بين
تاريخ الانتهاء المتأخر للمشروع كله وتاريخ الانتهاء المبكر له (افترض أن الانتهاء المتأخر
للمشروع كله فى المثال بعاليه يجب أن يتحقق فى ٢١ ساعة وتحقق من ذلك من طريق إعادة
حساب الوقت الفائض الكلى للعمليات المختلفة) .

٢- بينما يلزم أن تقع كل العمليات التى يكون الوقت الفائض الكلى لها مساوياً للصفر
على المسار الحرج ، فإنه لا يلزم أن تقع كل العمليات التى يكون الوقت الفائض الحر لها مساوياً
للصفر على المسار الحرج . [على سبيل المثال العملية (ج) والعملية (ز)] .

٣- إذا كان لعملية معينة وقت فائض كلى أكبر من صفر بينما وقتها الفائض الحر
يساوى الصفر ، فهذا يعنى أنها تشترك فى فائضها الكلى مع عملية أخرى أو أكثر ، وأن هذا
الفائض الكلى يمثل الحد الأقصى لتأخير تنفيذ جميع هذه العمليات المشتركة بصفة مجتمعة .
ل العملية (ج) والعملية (ط) مثلاً ، والعملية (ز) والعملية (ي) مثلاً] .

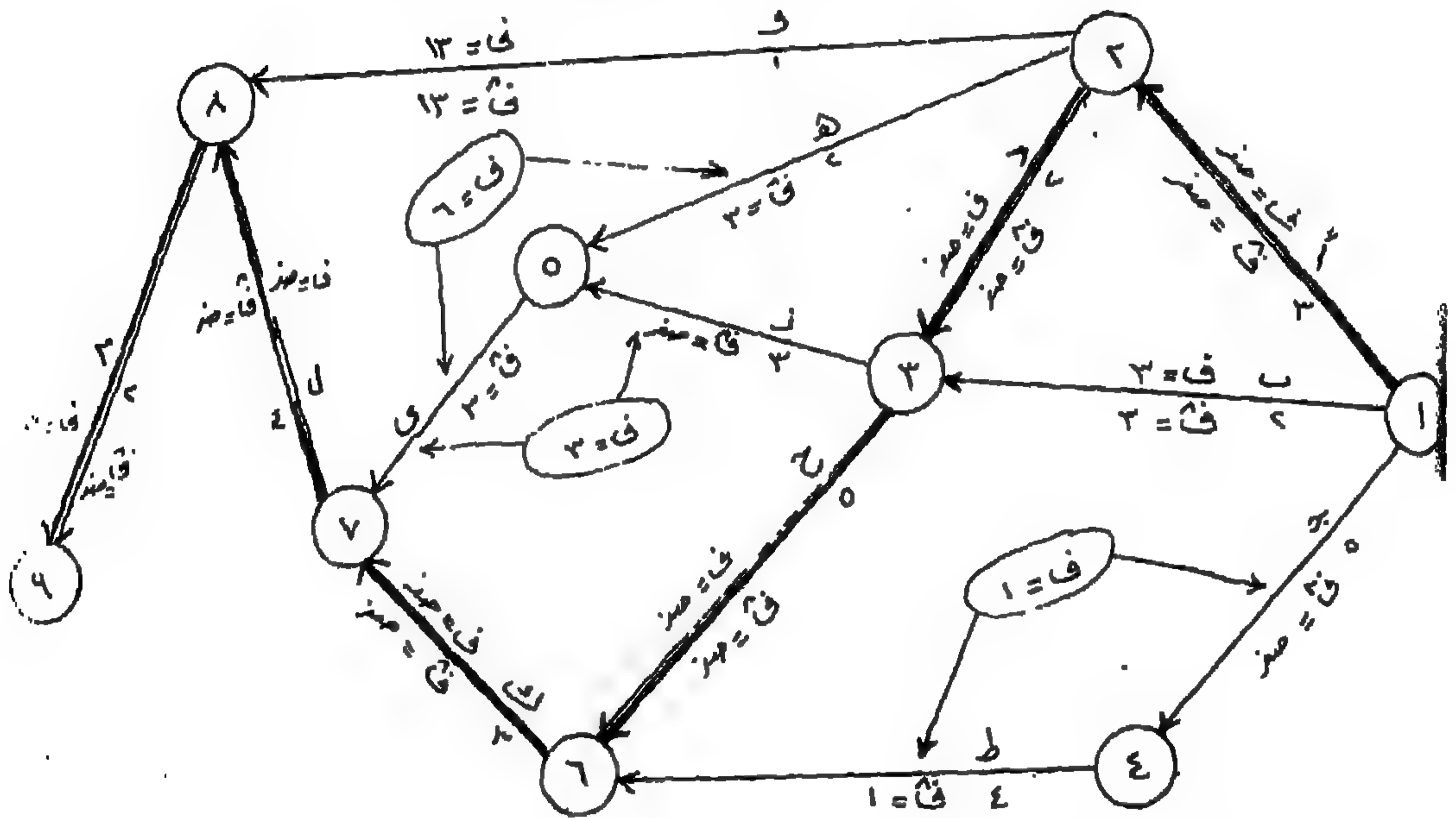
٤- يمثل الوقت الفائض الحر مقدار التأخير الذى يمكن أن يطرأ على تنفيذ العملية
المعينة دون تأخير تنفيذ المشروع كله بشرط أن تلتزم باقى العمليات فى التأخير المسموح
به لها بالوقت الفائض الحر المخصص لها وليس بالوقت الفائض الكلى .

٥- إذا اشتركت عمليات أو أكثر فى وقت فائض كلى مشترك ، فإن هذا الفائض الكلى
المشترك عادة ما يتم تخصيصه بحد حساب الوقت الفائض الحر لأحدى العمليات دون
العمليات الأخرى [العملية (ج) والعملية (ط) مثلاً ، أو العملية (ز) والعملية (ي) مثلاً]
وهذا يعنى أن الفائض الحر لعملية معينة قد يمكن من التأخير فى تنفيذ عملية أخرى

مشتركة معها في الفائض الكلى، اذا تساوى الفائض الحر للعمليات مع الفائض الكلى للعمليات المشتركة .

وتوضح الخريطة التالية الوقت الفائض الكلى والوقت الفائض الحر لكل عملية من العمليات . وقد وضعنا المشاركة في الوقت الفائض الكلى بين عمليات المشروع على الخريطة .

شكل (٦ / ٦) التابع الفنى بالوقت الفائض الكلى والوقت الفائض الحر للعمليات



هذا ويعتبر كل من الوقت الفائض الكلى والوقت الفائض الحر من الأهمية بمكان في تخطيط تنفيذ المشروع، وتخصيص الموارد المتاحة لهذا التنفيذ أفضل تخصيص ممكن . فالعملية التى يكون لها وقت فائض حر خاص (أى ف (ن) ، ف (ن) ، ف (ن)) صفر، كالعلاقة (هـ) مثلا، يمكن تأخير تنفيذها بمقدار هذا الفائض وتخصيص جزء من الموارد المخصصة لها للعمليات الأخرى التى تمثل عمليات اختناق . كما أن الفائض الكلى المشترك بين عمليات لا يقع على المسار الحرج يمكن تخصيصه على هذه العمليات بحيث يتم تأخيرها بمدة

مشتركة بما يحقق أكبر وفورات ممكنة في الموارد اللازمة لعمليات الاختناق في الوقت الفائض الكلي المتاح . وبالتالي تتاح للإدارة مرونة أكبر في تخصيص الموارد بين العمليات ، بما فيها مورد الزمن ، بما يحقق أكبر وفورات في الزمن والتكلفة .

٤- أسلوب تقييم ومراجعة البرامج :

يختلف أسلوب تقييم ومراجعة البرامج عن أسلوب المسار الحرج في الكيفية التي تتخذ بها أزمدة تنفيذ العمليات الخاصة بالمشروع في الاعتبار . ففي أسلوب المسار الحرج يفترض أن الوقت اللازم لتنفيذ كل عملية أو نشاط معروف بدرجة عالية من الثقة والتأكيد ، ربما من واقع الخبرة السابقة ، أو لشبكات الفن التكنولوجي ، ومن ثم شبه انتفا "سيادة ظروف المخاطرة وعدم التأكد التي يمكن أن تخيط بتنفيذ المهام أو الأنشطة" . أما في أسلوب تقييم ومراجعة البرامج فيفترض سيادة ظروف المخاطرة أو عدم التأكد أو كلاهما . ولذلك فعندما ما يطبق أسلوب تقييم ومراجعة البرامج في تخطيط وتنفيذ المشروعات التي تتضمن تقلبات كبيرة ومتعددة في الفن التكنولوجي لتنفيذ المهام أو الأنشطة ، أو الذي على أساسه يتم التخطيط للمشروع وتنفيذه . كما يطبق الأسلوب أيضا في الحالات التي لا يمكن الاعتماد فيها على الخبرة السابقة بصدق التحقق من الزمن اللازم لتنفيذ أو إنجاز المهام المختلفة بدرجة كافية من الثقة . فنتيجة لذلك فإن تحديد أزمدة إنجاز المهام والأنشطة في ظل أسلوب تقييم ومراجعة البرامج يتم باستخدام الأدوات الإحصائية الملائمة .

وقد اقترح فريق الباحثون الذين كان لهم الفضل في تصميم الأسلوب اعتماد ثلاثة أزمدة لتنفيذ كل مهمة أو نشاط بدلا من الزمن الأوح الذي يعتمد عليه بصفة كلية في أسلوب المسار الحرج . ويتم تحديد كل من هذه الأزمدة الثلاثة بالتقدير والتنبأ التقني . ويتم تقدير إحدى هذه الأزمدة الثلاثة انطلاقا من التفاؤل التام ، والآخر انطلاقا من الرغبة في الشبأ الصحيح ، والثالث انطلاقا من التشاؤم التام .

ويتم تقدير زمن الانجاز التفاؤلى بافتراض أقل أوقات الانجاز الممكنة في ظل أفضل ظروف الانجاز المحتملة ، والذي يكون احتمال اتمام الانجاز في وقت يقل عنه مساويا ١٠% . كما يتم تقدير زمن الانجاز التشاؤمى بافتراض أطول أوقات الانجاز الممكنة في ظل أسوأ ظروف يمكن أن تسود وقت اتمام الانجاز ، وبحيث يكون احتمال اتمام الانجاز في وقت يزيد عنه

مساويا ١% . أما زمن الانجاز الأكثر احتمالا ، فيتم تقديره بحيث يمثل قيمة متوسط أوقات الانجاز المحتملة بنسبة ٩٨% . ولنرمز لهذه الأوقات الثلاثة بالرموز الآتية :

قل = وقت الانجاز الشاؤلى ،
 قح = وقت الانجاز الأكثر احتمالا ،
 قى = وقت الانجاز التشاؤمى .

وقد وجد عند تصميم نموذج " برت " أن توزيع بيتا Beta Distribution يعبر تعبيرا ملائما عن توزيع أوقات أو أزمنة الانجاز المحتملة للأنشطة أو المهام المختلفة فى ظل سيادة ظروف عدم التأكد . ومن خواص توزيع بيتا أنه عادة مايكون توزيعا غير معتدلا ، ووحيد القمة ، وذا طرفين نهائيين موجبيين . وعادة مايمكن تقدير متوسط توزيع بيتا (ق) وانحرافه المعيارى (6) على وجه التقريب . من المعادلتين التاليتين :

$$\bar{ق} = [قل + قح + قى] \div 6 \quad [١]$$

$$6 = [قى - قل] \div 6 \quad [٢]$$

وتستخدم المعادلتين [١] ، [٢] فى نموذج " برت " لحساب الزمن المقدر لانجاز كل من المهام والأنشطة اللازمة لاتمام المشروع موضوع تطبيق النموذج . فإذا كانت الأنشطة أو المهام (ن) ، فإن الزمن المقدر لانجاز كل نشاط أو مهمة (ن) يتحدد بالمعادلة [١] والانحراف المعيارى بالمعادلة [٢] . وبعد حساب ق (ن) و 6 (ن) لكل الأنشطة والمهام يتحدد المسار الحرج من واقع ق (ن) بحيث يكون ذلك المسار الذى يكون فيه مجموع ق (ن) للأنشطة أو المهام أكبر ما يمكن .

غير أن نموذج " برت " لا يقف عند هذا الحد ، فهو يركز على النظرية الاحصائية وعلى الأخص على نظرية النهاية المركزية Central Limit Theorem لتفسير البيانات اللازمة لاتخاذ القرارات الملائمة فى شأن تخطيط تنفيذ وجدولة توقيت عمليات تنفيذ المشروع والرقابة عليها . وطبقا لنظرية النهاية المركزية يكون توزيع مجموع التوزيعات الفردية لأوقات انجاز الأنشطة المختلفة توزيعا معتدلا بمتوسط حسابى يساوى مجموع متوسطات الأنشطة وتباين يساوى مجموع تباينات الأنشطة . وتستخدم هذه المعلومة فى نموذج " برت " لايجاد التوزيع الاحتمالى المعتدل لأوقات انجاز عمليات المسار الحرج ، والتي يكون فيه طبقا لما تقدم ، المتوسط الحسابى ، والانحراف المعيارى معروف مقدما . ويمكن هذا التوزيع

معروف الخصائص من اشتقاق احتمال اتمام انجاز المشروع فى أى زمن يتحدد مقدما لأى سبب من الأسباب .

هذا وسوف نستعين ببيانات مثالنا السابق لتوضيح هذه الاجراءات والمفاهيم . غير أننا سوف نفترض أنه قد تم اجرا "تقديرات الأزمنة التالية للعمليات الواقعة على المسار الحرج :

العملية أو النشاط	أ	د	ح	ك	ل	م
قل	٢	١	٢	٢	٣	١
قح	٣	١½	٥	٢½	٤	٢
قى	٤	٥	٨	٦	٥	٣

ومن واقع هذه البيانات يتم حساب (ق) لكل عملية أو نشاط من واقع المعادلة [١] كما يتم حساب (٦) لكل من واقع المعادلة [٢] . ثم يتم تربيع (٦) لنحصل على التباين الخاص بكل عملية (٦) كما يتضح من الجدول التالى :

جدول (٢ / ١) تقديرات الزمن الخاص بالنشاط المسار الحرج

النشاط	قل	قح	قى	ق = قل + قح + قى	٦ = قى - قل	٦
أ	٢	٣	٤	٩	٢	٠.١١
د	١	١½	٥	٦	٤	٠.٤٥
ح	٢	٥	٨	١٥	٦	٠.٤٥
ك	٢	٢½	٦	٩	٤	٠.١١
ل	٣	٤	٥	١٢	٢	٠.١١
م	١	٢	٣	٦	٢	٠.١١
				١٩ = ق	٢٢٣ = ٦	

ويتضح من الجدول أن الوقت اللازم لانجاز عمليات المسار الحرج ق = ١٩ ساعة، وهو يساوى مجموع متوسطات انجاز العمليات الواقعة على المسار الحرج ق (ن) . كما يوضح الجدول الانحرافات المعيارية لتقديرات أوقات انجاز الأنشطة المختلفة ، والتي بتربيعها نحصل على التباين . ويتجفيع تباينات الأنشطة نحصل على

تباين انجاز المشروع كله كما يتحدد بالمسار الحرج تطبيقا لنظرية النهاية المركزية • وبايجاب
جزر هذا التباين نحصل على الانحراف المعياري للتوزيع المعتدل لأوقات انجاز عمليات
المسار الحرج (١).

$$6\sigma = \sqrt{223} = 14.93$$

وعندما تتحدد معلمات التوزيع ، وهى المتوسط والانحراف المعياري فى هذه الحالة ، يمكن
تحديد احتمال انجاز المشروع فى أى وقت محدد لاي سبب من الاسباب • ذلك لأن احتمال
انجاز المشروع فى وقت الانجاز المبكر $Q = \frac{Q - Q_c}{\sigma}$ يصبح مساويا ٥٠% فى ظل
الافتراضات السابقة • أى أنه فى ظل البيانات الواردة فى الجدول ، وبافتراض توزيع معتدل
لمعلمات المتوسطات الحسابية لعمليات المسار الحرج ، فان احتمال انجاز المشروع فى ١٩
ساعة يساوى ٥٠% • فلورغبت الادارة مثلا فى ظل هذه الظروف فى التعرف على احتمال
انجاز المشروع فى ٢٢ ساعة ، فان ذلك يتم حسابه من واقع المعلمات المحسوبة لتوزيع
عمليات المسار الحرج ومعلمات التوزيع المعتدل • فانجاز المشروع فى ٢٢ ساعة يزيد عن
المتوسط الحسابى (Q_c) بمقدار ٣ ساعات • وبقسمة هذه الساعات الثلاثة على الانحراف
المعياري 6σ نحصل على عدد الانحرافات المعيارية التى يبعد بها وقت الانجاز المرغوب
عن وقت الانجاز المتوسط • ومن جدول التوزيع الطبيعي المعتدل نحصل على القيمة المطلوبة
والتي اذا اضيفت الى ٥٠% نحصل على احتمال انجاز المشروع فى الوقت المرغوب • فاذا
رمزنا لعدد الانحرافات المعيارية عن المتوسط بالرمز (Z) فان :

$$Z = \frac{Q - Q_c}{\sigma} \quad (2)$$

حيث Q_c هى وقت الانجاز المرغوب ، Q هى وقت الانجاز المتوسط •
وتكون (٢) أمثالا الجارى كالتالى :

$$Z = \frac{22 - 19}{14.93} = 2.009$$

(١) نفترض فى هذا المثال المبسط أن توزيع أوقات انجاز عمليات المسار الحرج توزيعا معتدلا
وهو افتراض غير واقعى لقلّة عدد العمليات • غير أنه فى المشروعات الكبيرة التى عادة ما يستخدم
فيها " بيرت " تكون عمليات المسار الحرج من الكثرة بحيث يصبح هذا الافتراض مقبولا ويمكن
تطبيق متضمنات نظرية النهاية المركزية •

وبالرجوع الى جدول التوزيع المعتدل (فى نهاية هذا الفصل) نجد أن
احتمال $\geq 2009 = 0.5 + 0.4778 = 0.9778$
أى أن احتمال انجاز المشروع فى ٢٢ ساعة على الاكثر يساوى ٩٧.٧٨ % ، كما يكون
احتمال انجازه فى وقت يزيد عن ٢٢ ساعة بالتبعية هو ٢.٢٢ % ، وهو احتمال ضعيف .

وتفيد مثل هذه المعلومات افادة بالغة فى عمليات التعاقد على تنفيذ المشروعات
التي يتطلب الامر فيها تحديد مواعيد تسليم معينة يتحمل المتعاقد بعدها غرامات تأخير
(كما قد يحصل على مكافآت سرعة انجاز لو تم الانجاز والتسليم قبل المواعيد) . كما أن مثل
هذه المعلومات تعتبر من الاهمية بمكان لأغراض تخطيط الانجاز وما بعد الانجاز .

٥ - تعجيل تنفيذ المشروع وعلاقته بالزمن بالتكلفة :

قد يتضح من حساب المسار الحرج لتنفيذ مشروع معين أن الزمن اللازم للتنفيذ فى
ظل الظروف العادية أطول مما هو مرغوب . والواقع أنه كلما كان المشروع كبيراً ، وكلما
طالت فترة تنفيذه كلما ازدادت درجة المخاطرة فيما يتعلق بالعاث أو المنفعة المرجوة
منه وكلما أصبح أكثر تعرضاً للتأثر بالتقادم التقنى . ولا شك أن معظم الأنشطة التي يلزم
لتنفيذها فترة طويلة من الزمن يمكن تنفيذها فى فترات أقل بتكاليف أكبر . فالعمل الإضافى
تكلفته أعلى من العمل فى الأوقات العادية ، كما أن تكثيف الموارد فى مشروع معين يؤدي
الى فقدان العائد الذي يمكن الحصول عليه بانتشارها فى عدد من المشروعات بدلاً من
مشروع واحد .

وقد ترتب على ذلك أنه عندما يتم تقدير أزمان انجاز الأنشطة المختلفة ، يؤخذ فى
الاعتبار عامل التكلفة بالإضافة الى عامل الزمن ، عن طريق تقدير زمنين (على الأقل) لانجاز
كل نشاط . وعادة ما يكون أحد هذين الزمنين منطوياً على الظروف الطبيعية التي لا تتطلب
تكثيف الموارد ولا تقتضى التعجيل بالتنفيذ ، ويكون الزمن الآخر مقدراً على أساس تكثيف
الموارد والتعجيل بالتنفيذ . وبالتالي يصبح لكل نشاط تكلفتان للتنفيذ أحدهما للزمن
العادى والاخرى للزمن المعجل ، ومن الطبيعي أن تكون تكلفة التعجيل أعلى من تكلفة
التنفيذ فى الظروف العادية .

ولا شك فى أن علاقة الزمن بالتكلفة تختلف من نشاط الى آخر على حسب طبيعة الموارد

اللازمة لتنفيذه وبرنامج التعجيل الزمني الملائم لانجازه ، وعادة ما تكون هذه العلاقة في حقيقتها غير خطية حيث من المنطقي أنه كلما زاد تكثيف الموارد كلما انخفضت انتاجيتها في الوقت الذي ترتفع فيه تكلفتها . فتوفير وحدة زمنية واحدة من الوقت اللازم لانجاز نشاط معين لا شك يتطلب تكلفة مضافة تقل عن التكلفة المضافة لتوفير الوحدة الزمنية التالية . وبالرغم من ذلك فيفترض عادة أنه في ظل مدى تعجيل زمني معين تكون العلاقة بين الزمن والتكاليف خطية للأنشطة المرغوب التعجيل بتنفيذها في حدود ذلك المدى .

ومن المنطقي طبعاً أن تكون علاقة الزمن بالتكاليف عكسية . أي أنه كلما طال الزمن المسموح به لانجاز نشاط معين كلما قلت التكاليف اللازمة لانجاز هذا النشاط . وهذا بالطبع يفترض ثبات معدلات الأسعار والاجور على مدار فترة التنفيذ العادية . كما أنه كلما قصرت الفترة الزمنية المسموح بها لانجاز نفس النشاط كلما زادت التكاليف اللازمة للانجاز (للعمل الاضافي وتكثيف الموارد مثلا) .

ولنفرض على سبيل الايضاح جدول التابع الفني التالي ، والذي فيه تحدد لكل عملية توقيتين أحدهما عادي والثاني معجل ، كما يوضح تكاليف التنفيذ في ظل الظروف العادية والمعجلة .

جدول (٣ / ٦) جدول التابع الفني وأزمنة العمليات بالاسبوع في الظروف العادية والمعجلة وتكاليف التنفيذ المقدرة

العملية أو النشاط	الاحداث السابقة	الاحداث اللاحقة	الزمن المقدر		التكاليف المقدرة		الوفر في الزمن في ق	الزيادة في التكاليف في ق	ت
			عادي	معجل	عادي	معجل			
أ	١	٢	٦	٣	٦٠٠٠	٨٧٠٠	٣	٢٧٠٠	٩٠٠
ب	١	٣	٥	٣	٢٥٠٠	٣٣٠٠	٢	٨٠٠	٤٠٠
ج	٢	٥	٣	٢	٢١٠٠	٢٤٥٠	١	٣٥٠	٣٥٠
د	٢	٤	٥	٢	٣٠٠٠	٦٠٠٠	٣	٣٠٠٠	١٠٠٠
هـ	٣	٤	٤	٢	١٢٠٠	٢٥٠٠	٢	١٣٠٠	٦٥٠
و	٣	٦	٧	٥	٢٨٠٠	٤٠٠٠	٢	١٢٠٠	٦٠٠
ز	٥	٧	٤	٣	١٦٠٠	١٨٠٠	١	٢٠٠	٢٠٠
ح	٤	٧	٤	٢	٨٠٠	١٠٠٠	٢	٢٠٠	١٠٠
ط	٦	٨	٢	١	١٢٠٠	١٧٥٠	١	٥٥٠	٥٥٠
ي	٧	٨	٦	٤	١٢٠٠	١٥٠٠	٢	٣٠٠	١٥٠
					٣٢٤٠٠	٣٣٠٠٠			

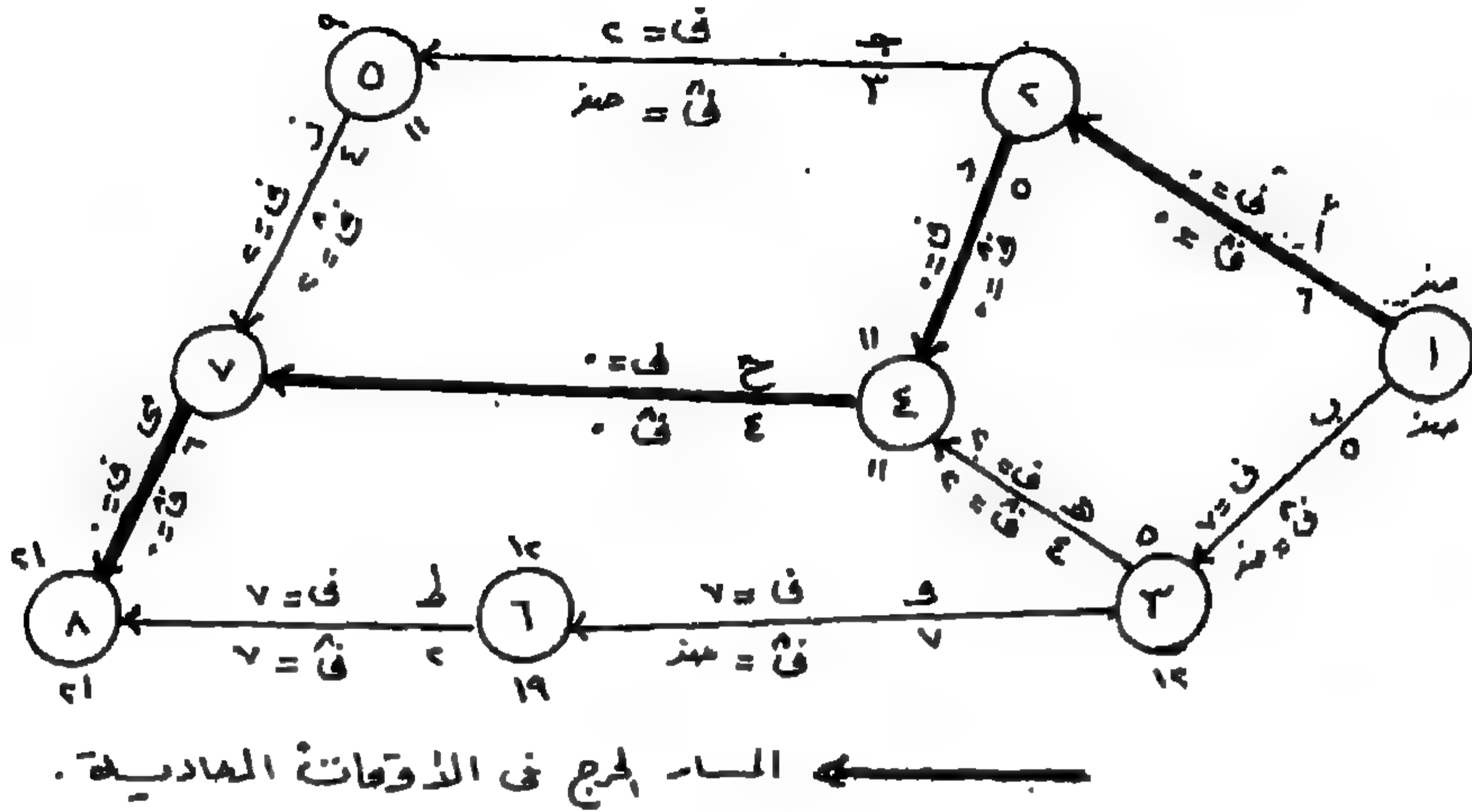
حيث أظهرنا زمن الانجاز العادى أسفل السهم الخاص بكل نشاط وزمن الانجاز المعجل بين قوسين أعلى السهم الخاص بكل نشاط . كما يتضح من الخريطة أيضا المسار الحرج ١ ← ٢ ← ٤ ← ٧ ← ٨ فى ظل أوقات الانجاز العادية . ويختلف المسار الحرج فى ظل أوقات الانجاز المعجلة ليصبح ١ ← ٢ ← ٥ ← ٧ ← ٨ . وواضح من الخريطة أنه فى ظل أوقات الانجاز العادية يستغرق انجاز المشروع ٢١ أسبوعا ، بينما فى ظل التعجيل بكل الأنشطة يستغرق الانجاز ١٢ أسبوعا .

ولنفرض الآن أنه من المرغوب فيه فعلا انجاز المشروع فى ١٢ أسبوعا ، فهل يستدعى الأمر ضرورة التعجيل بكل الأنشطة ومن ثم تحمل التكاليف الكلية للتعجيل والبالغ قدرها ٣٣٠٠٠ جنيه ؟ وتتضمن الإجابة على هذا السؤال تحديد ما إذا كان الأمر يحتاج إلى التعجيل بكل الأنشطة لتنفيذ المشروع فى الزمن المعجل (١٢ أسبوعا فى مثالنا الجارى) أولا .

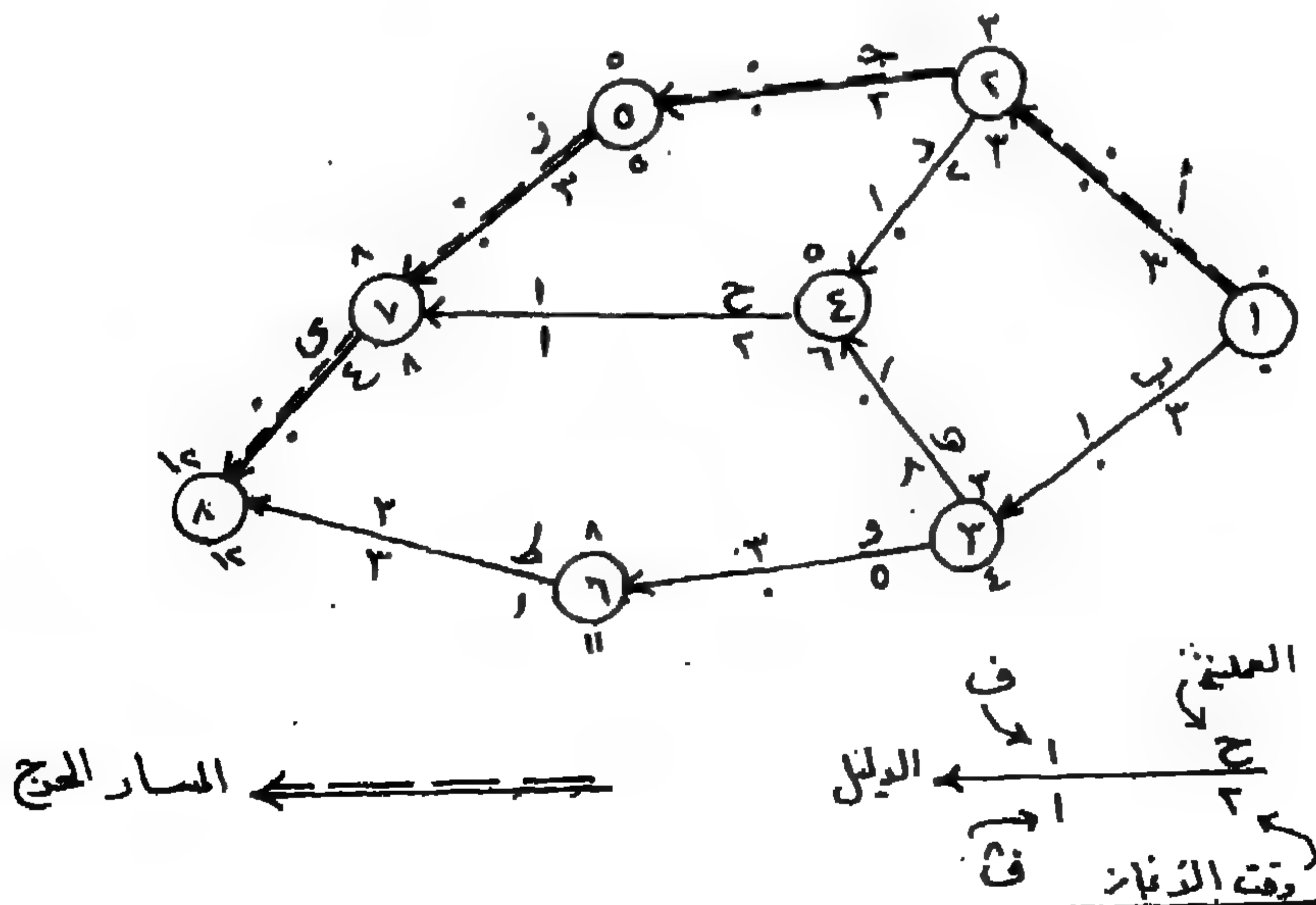
١-٥ خطة التنفيذ المعجل مع تدنية تكاليف التعجيل :

الواقع أنه بينما يلزم التعجيل بكل الأنشطة التى تقع على المسار أو المسارات الحرجة فى ظل التوقيت المعجل ، فإنه لا يلزم التعجيل بباقى الأنشطة التى لا تقع على هذا المسار أو هذه المسارات إلا بمقدار ما تستدعى الضرورة . فقد سبق فى البند (٣-٣) أن وجدنا أن النشاط الذى يكون له وقت فائض حريم يمكن تأخير انجازه بمقدار هذا الوقت دون تأخير انجاز المشروع . كما وجدنا أيضا أن أنشطة المسار أو المسارات الحرجة يكون الوقت الفائض الحركى لكل منها بالضرورة يساوى الصفر . بينما الوقت الفائض الكلى للعمليات المشتركة يمكن تخصيصه فيما بينها لتأخير انجازها به دون تأخير انجاز المشروع . ويوضح كل من الشكلين (٨ / ٦) ، (٩ / ٦) خريطة التتابع الفنى فى ظل أوقات الانجاز العادية والمعجلة مع الوقت الفائض الكلى والحركى لكل عملية . (قم بحسابها طبقا للطريقة الموضحة فى البند (٣-٣)) ويلاحظ فى الشكلين أن ق قد وضع أعلى الدائرة الخاصة بكل حدث بينما ق قد وضع أسفل الدائرة .

شكل (٨ / ٦) خريطة التتابع الفنى فى ظل زمن الانجاز العادى
مع الفائض الكلى والفائض الحر للعمليات

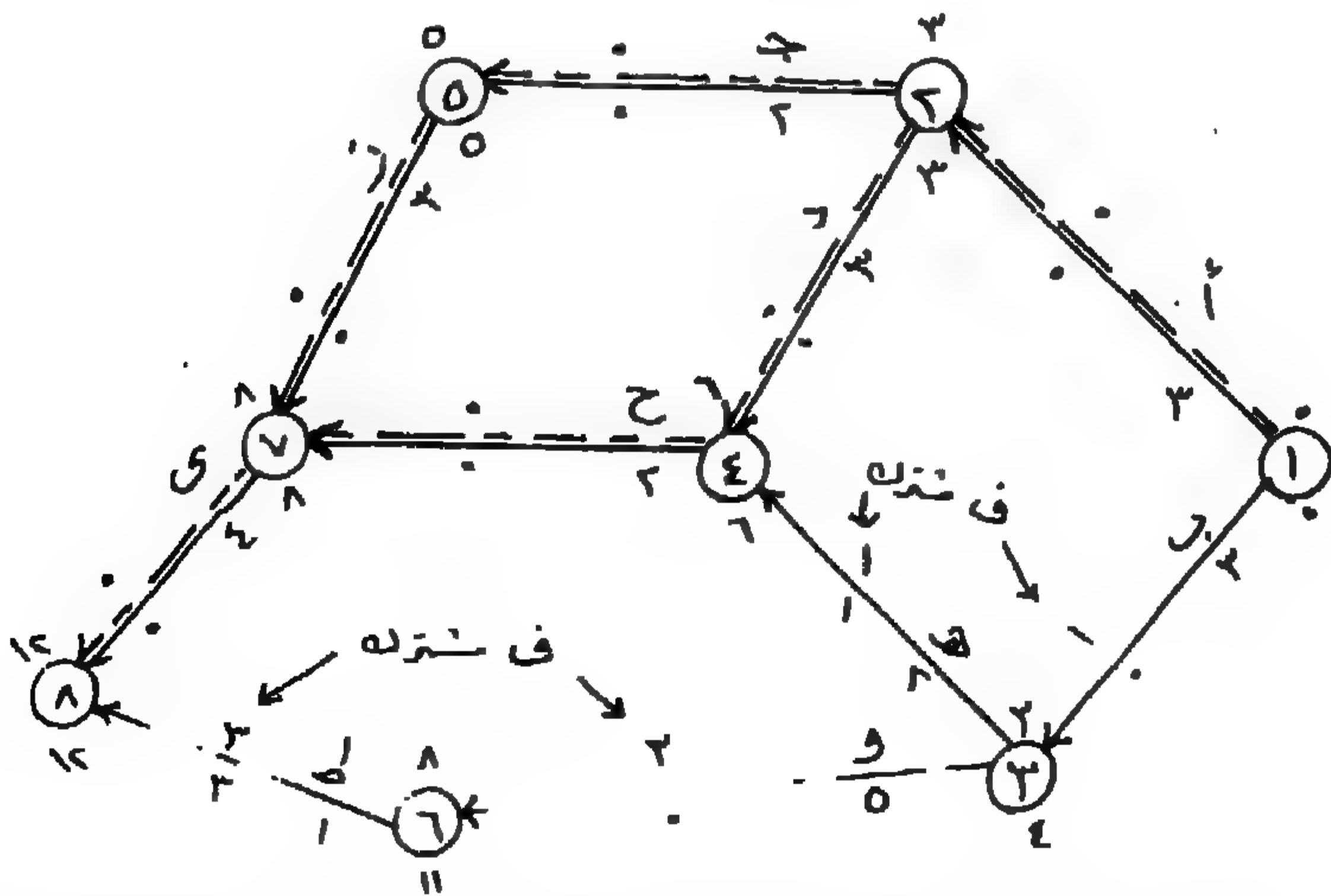


شكل (٩ / ٦) خريطة التتابع الفنى فى ظل زمن الانجاز المعجل
مع الفائض الكلى والفائض الحر للعمليات



ويتضح من الخريطة الثانية (الإسحار المعجل) أن العمليات (ب)، (د)، (هـ)، (و)، (ح)، (ط)، (أ)، لها وقت فائز كلي، بينما العمليات (ج)، (ا)، (ط) فيها وقت فائز حر، كما كانت العمليات (د)، (ح)، (ج) عمليات حرجية في ظل أوقات الإسحار العادية (أي كانت واقعة على المسار الحرج). ونلاحظ أيضا من الخريطة الثانية أن الحدث (٤) حدث مشترك بين العمليتين (د)، (ح)، وهذا يعني أن الوقت الفائز الكلي لهدين العمليتين مشترك و يبلغ أسبوع، وقد خصص بصد حساب الوقت الفائز الحر للعملية (ح) وهذا يعني أن تعجيل هاتين العمليتين قد أدى إلى وجود وقت فائز فيهما بصفة مجتمعة قدره أسبوع وبالتالي يمكن تأخير أى منها بمقدار هذا الأسبوع (أو تجزئة الأسبوع على العمليتين لو كان ذلك ممكنا) دون تأخير إنجاز المشروع كله عن الوقت المعجل وهو ١٢ أسبوع. ومن واقع الجدول السابق نجد أن أسبوع التعجيل في العملية (د) يكلف ١٠٠٠ جنيه بينما أسبوع التعجيل في العملية (ح) يكلف ٢٠٠ جنيه. وبالتالي يصبح من الأصلح تأجيل تعجيل العملية (د) بمقدار هذا الأسبوع ليتم إنجازها في وقت معجل قدره ثلاثة أسابيع بدلا من أسبوعين، ولتؤدي إلى وفورات في تكلفة التعجيل قدرها ١٠٠٠ جنيه. ويترتب على ذلك أن يصبح الوقت الفائز الحر للعملية (هـ) أسبوع بعد أن كان صفرا، كما يتضح من الشكل (١٠/٦).

شكل (١٠/٦) خريطة التتابع الفني في ظل زمن الانجاز المعجل مع الفائز الكلي والفائز الحر للعمليات بعد تعديل الزمن المعجل للعملية (د) من أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع.

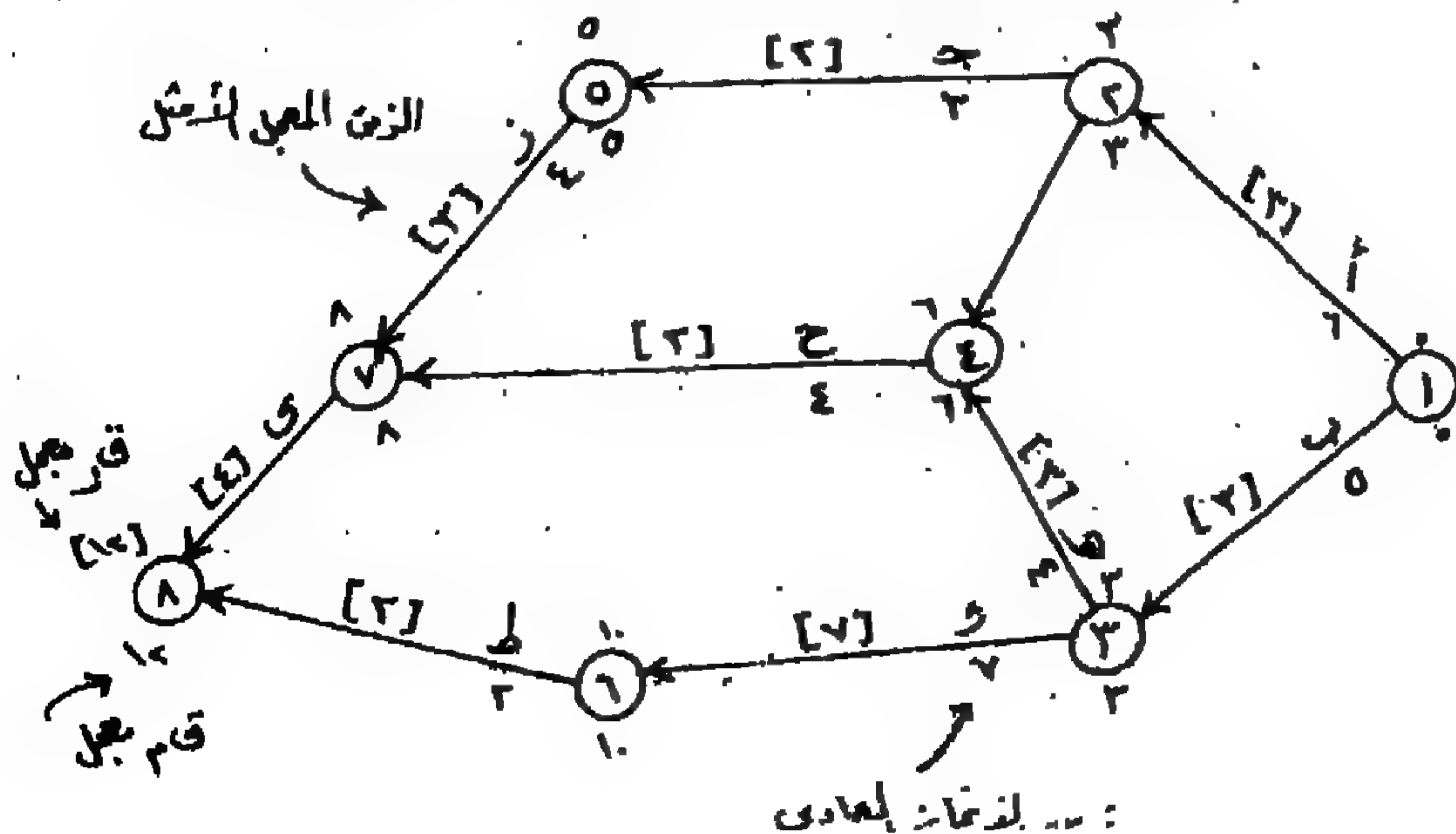


ويتضح من الخريطة أن تغيير التوقيت المعجل للعملية (د) من اسبوعين الى ثلاثة يؤدي الى أن تصبح العمليتين (د) ، (ح) من العمليات الحرجة في ظل التوقيت المعجل (أى يوجد مسارين حرجين) . وقد أصبح للعملية (هـ) وقت فائض حر قدره أسبوع يمكن تأجيل تعجيلها به ، لتحقيق وفورات اضافية قدرها ٦٥٠ جنيه ، ويصبح الزمن المعجل لها ثلاثة اسابيع بدلا من اسبوعين . ويؤدي ذلك بالطبع الى أن يصبح وقت الانتهاء المتأخر للحدث (٣) هو ٣ اسابيع بدلا من ٤ اسابيع . وتصبح كل من العمليتين (ب) ، (هـ) من العمليات الحرجة في ظل الزمن المعجل (١٢ أسبوع) . ويبقى بعد ذلك في العمليتين (و) و (ط) فائض كلي مشترك قدره ٣ اسابيع مخصص للعملية ط كفايض حر في الخريطة) . ويمكن تخصيص هذا الفائض بين العمليتين لتأجيل تعجيل أيهما أو كلاهما على حسب الوفورات الناتجة من كل منهما وامكانيات تخفيض التعجيل المتأخر . فالعملية (و) تؤدي تخفيض تعجيلها أسبوع الى توفير ٦٠٠ جنيه بينما العملية (ط) تؤدي الى توفير ٥٥٠ جنيه ، وبالتالي تكون العملية (و) أفضل . الا أن العملية (و) معجلة بمقدار أسبوعين فقط وبالتالي لا يمكن تخفيض تعجيلها بما يزيد من ذلك ، كما أن العملية (ط) معجلة بمقدار أسبوع ، ومن ثم يتم تخفيض الاسابيع الثلاثة على هذا الأساس . لتحقيق وفورات اجمالية كالآتي :

من العملية (د) تأجيل تعجيل اسبوع	=	١٠٠٠ جنيه
من العملية (هـ) تأجيل تعجيل اسبوع	=	٦٥٠ جنيه
من العملية (و) تأجيل تعجيل اسبوعين	=	١٢٠٠ جنيه
من العملية (ط) تأجيل تعجيل اسبوع	=	٥٥٠ جنيه
جولة الوفورات		٣٤٠٠ جنيه

وتصبح بذلك جميع المسارات حرجة في ظل زمن الانجاز المعجل البالغ ١٢ أسبوعا ، كما يتضح من الخريطة التالية (شكل ١١/٦) .

شكل (١١/٦) خريطة التتابع الفني مع التعجيل الأمثل في وقت تنفيذ معجل قدره ١٢ أسبوعا .



ويلاحظ أن العمليات (و) و (ط) لا يتم تعجيلها على الإطلاق ، بينما باقى العمليات قد تم تعجيلها بصفة جزئية أو بصفة كلية فالعمليات (أ) ، (ب) و (ج) ، (ز) ، (ح) ، (ي) يتم تعجيلها بالكامل ، أى يتم تنفيذها فى الوقت المعجل ، بينما العملية (د) والعملية (هـ) فيكتفى تعجيل الأولى أسبوعين بدلا من ثلاثة وتعجيل الثانية أسبوعا بدلا من أسبوعين . وتكون تكلفة هذا البرنامج المعجل الأمثل لفترة تنفيذ قدرها ١٢ أسبوعا كالآتى :
(جدول ٤ / ٦)

العملية	زمن التنفيذ العادى	تكلفة التنفيذ العادية	تكلفة التعجيل المضافة			جملة تكلفة التنفيذ المعجل	زمن التنفيذ المقترح
			أسابيع التعجيل	تكلفة / أسبوع	قيمة		
أ	٦	٦٠٠٠	٣	٩٠٠	٢٧٠٠	٨٧٠٠	٣
ب	٥	٢٥٠٠	٢	٤٠٠	٨٠٠	٣٣٠٠	٣
ج	٣	٢١٠٠	١	٣٥٠	٣٥٠	٢٤٥٠	٢
د	٥	٣٠٠٠	٢	١٠٠٠	٢٠٠٠	٥٠٠٠	٣
هـ	٤	١٢٠٠	١	٦٥٠	٦٥٠	١٨٥٠	٣
و	٧	٢٨٠٠	٠	٦٠٠	—	٢٨٠٠	٧
ز	٤	١٦٠٠	١	٢٠٠	٢٠٠	١٨٠٠	٣
ح	٤	٨٠٠	٢	١٠٠	٢٠٠	١٠٠٠	٢
ط	٢	١٢٠٠	٠	٥٥٠	—	١٢٠٠	٢
ي	٦	١٢٠٠	٢	١٥٠	٣٠٠	١٥٠٠	٤
		<u>٢٢٤٠٠</u>			<u>٧٢٠٠</u>	<u>٢٩٦٠٠</u>	

ويتضح من الجدول أن تكلفة البرنامج المعجل هى ٢٩٦٠٠ جنيه بدلا من ٣٣٠٠٠ جنيه ، أى بوفورات قدرها ٣٤٠٠ جنيه كما سبق حسابها .
٥-٢- برنامج التعجيل الأمثل :

افترضنا فيما سبق أن برنامج التنفيذ المعجل قد تحددت مدته مسبقا (١٢ أسبوعا) . وفى غالبية الاحيان ترغب الادارة فى التعجيل بالتنفيذ فى زمن يقل عن وقت الانجساز

وينطوى هذين المسارين على العملية التالية القابلة للتعجيل (ح) تم تعجيلها .

(أ)	تعجيل تنفيذها	أسبوع يكلف	٩٠٠ جنيه	وتقبل التعجيل	٣ أسبوع	•
(ج)	"	"	٣٥٠	"	١	"
(د)	"	"	١٠٠٠	"	٣	"
(ز)	"	"	٢٠٠	"	١	"
(ي)	"	"	١٥٠	"	٢	"

ومن الواضح أن أقل العمليات تكلفة هي العملية (ي) وبالإضافة إلى ذلك فهي عملية مشتركة في المسارين الحرجين وبالتالي فإن تعجيلها يؤدي إلى تعجيل المشروع ككل إذا كان الوقت الفائض على المسارات الأخرى يسمح بذلك (عليك بالتأكد من أنه يسمح بحسابه على الشكل السابق) . والواقع أن التعجيل بالعملية (ي) لمدة أسبوعين يؤدي إلى التعجيل بتنفيذ المشروع إلى ١٧ أسبوعاً بالتكاليف الآتية :

تكلفة التنفيذ في الزمن العادي ٢٢٤٠٠ في ٢١ أسبوعاً

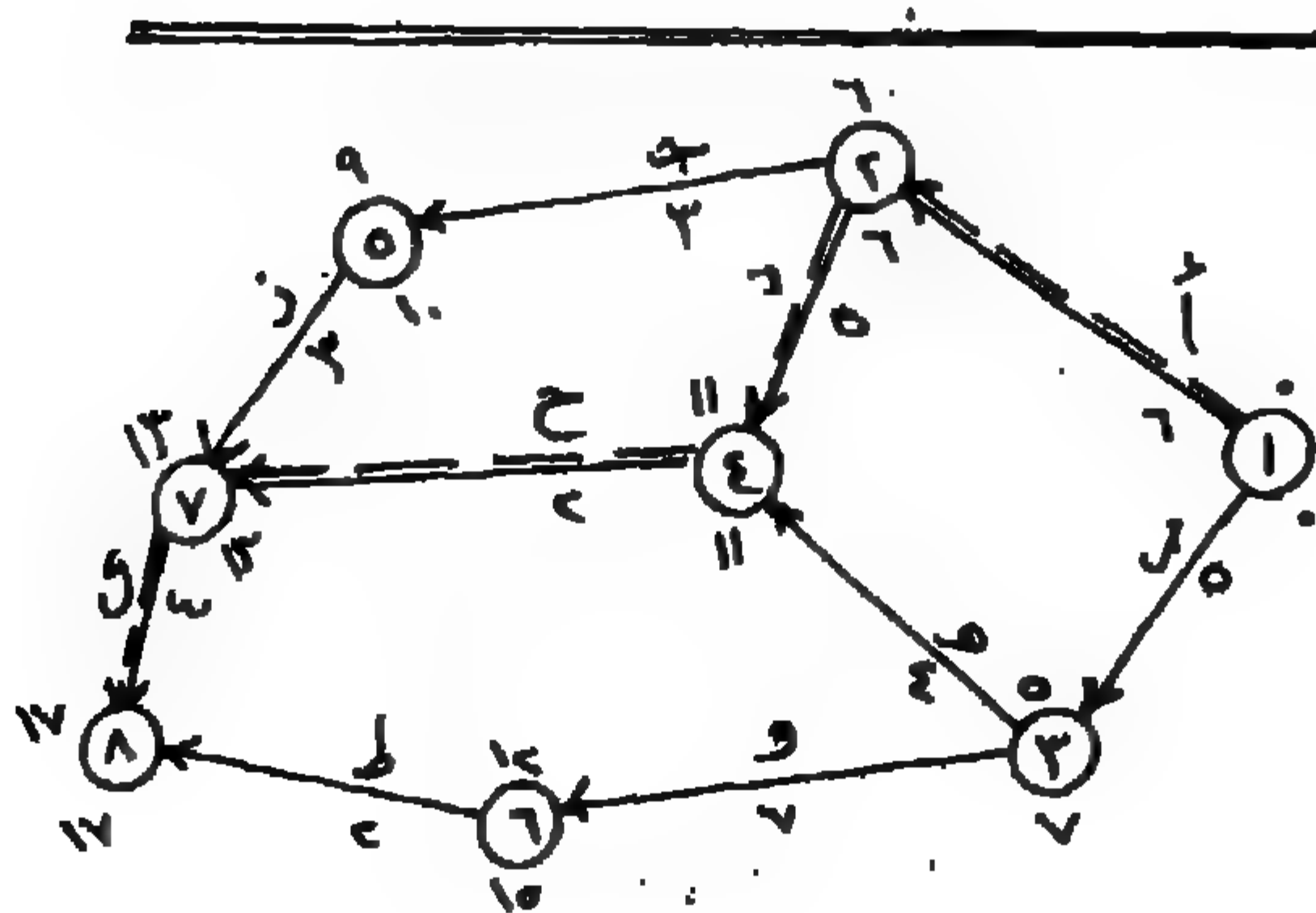
تعجيل (ح) أسبوعين ٢٠٠ (٢)

تعجيل (د) أسبوعين ٣٠٠ (٢)

جملة تكاليف برنامج التنفيذ المعجل ٢٢٩٠٠ في ١٧ أسبوعاً

ويظل المسارين ١ و ٣ بعد هذا التعجيل هما المسارين الحرجين (تأكد من ذلك برسم خريطة التتابع الفني موضحاً عليها أوقات التنفيذ الملائمة) . غير أن العمليتين (ح) و (ي) أصبحتا غير قابلتين للتعجيل ، ومن ثم تظل العمليات (أ) ، (ج) ، (د) ، (ز) ، حيث (ز) هي أقلها تكاليفاً في التعجيل . ولنفرض الآن أننا قررنا تعجيل (ز) بالأسبوع المسموح بتعجيلها به طمعاً في تخفيض وقت الانجاز المعجل بأسبوع مقابل تكاليف إضافية ٢٠٠ جنيه . وينعكس هذا القرار على خريطة التتابع الفني الموضحة في الشكل (١٣/٦) .

شكل (١٣/٦) تعجيل (ز) أسبوع

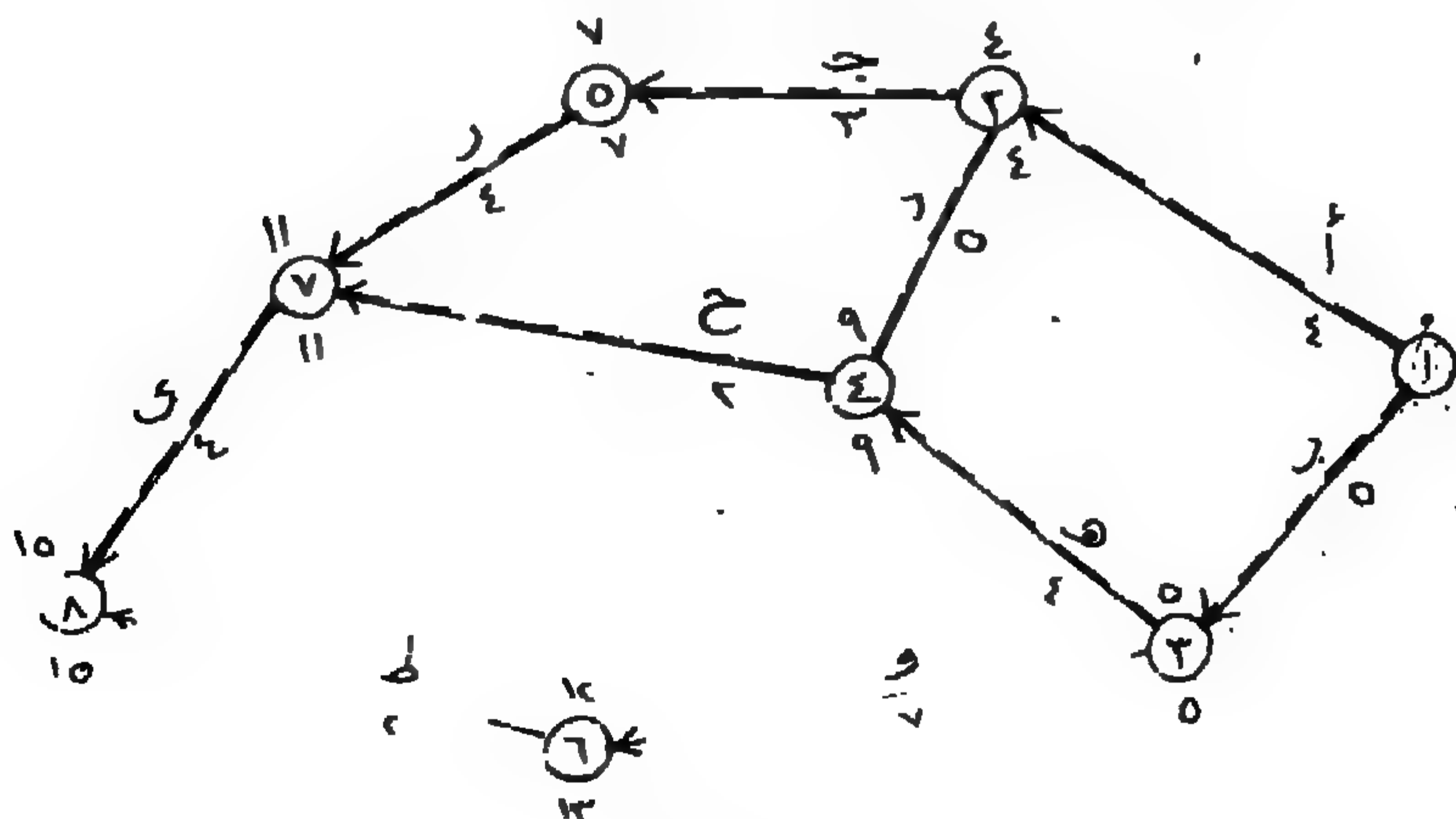


لاحظ أن زمن التنفيذ ظل ١٧ أسبوعا ، كما أن المسار الحرج أصبح س_١ وحده ، كما أن (ز) أصبح فيها فائض حرق قدره أسبوع يمكن تأخير إنجازها به دون تأخير إنجاز المشروع .
والواقع أن مثل ذلك سوف يحدث دائما مادام هناك أكثر من مسار حرج ويتم تعجيل عملية ليست مشتركة فيها . فقبل تعجيل (ز) كان س_١ ، س_٢ مسارين حرجين ، والعملية (ز) تقع على س_٢ وحدة دون س_١ . وهذا يعنى أن تعجيلها سوف يؤدي إلى أن يصبح س_١ هو المسار المحدد لوقت إنجاز المشروع ، وهو يستغرق ١٧ أسبوعا .

وللتغلب على هذه المشكلة هناك أحد بديلين : إما أن التعجيل يتم في عملية مشتركة ، أو أن يتم تعجيل عمليتين كل منهما على أحد المسارين بنفس الزمن . وإذا رغبتنا تحقيق البديل الأول نجد أن العملية (أ) هي العملية الوحيدة المشتركة التي يمكن تعجيلها (حيث تم تعجيل العملية (ي)) ويكلف تعجيلها أسبوع ٩٠٠ جنيه . أما البديل الثاني فليس أمامنا على س_١ عملية يمكن تعجيلها بخلاف (أ) لتوازي تعجيل (ز) إلا العملية (د) . وإذا تم تعجيل (ز) أسبوع فيلزم تعجيل (د) أسبوع حتى يمكن تعجيل التنفيذ إلى ١٦ أسبوع . وتبلغ تكلفة هذا البديل ٢٠٠ جنيه للعملية (ز) و ١٠٠٠ جنيه للعملية (د) لتصبح تكلفة تعجيل أسبوع ١٢٠٠ جنيه . ولا شك أن البديل الأول أفضل : أي أنه يصبح من الواجب تعجيل (أ) المشتركة بين س_١ ، س_٢ بدلا من تعجيل (ز) و (د) . غير أن (أ) تقبل التعجيل من أسبوع إلى ثلاثة . ولنفرض أننا قررنا تعجيلها ٣ أسابيع بتكلفة إضافية قدرها ٢٧٠٠ جنيه رغبة في تخفيض الزمن المعجل إلى ١٤ أسبوعا . غير أننا إذا قمنا بذلك سوف نجد أن الزمن المعجل ينخفض إلى ١٥ أسبوعا وليس ١٤ أسبوعا حيث يصبح :

س_٣ : ١ ← ٣ ← ٤ ← ٧ ← ٨

هو المسار الحرج الذي يستغرق ١٥ أسبوعا . تحقق من ذلك برسم خريطة التتابع الفني مع تعجيل (أ) (ثلاثة أسابيع) . وبالتالي يصبح القرار السليم هو تعجيل (أ) (أسبوعين) . وإذا ما قمنا بذلك أصبحت خريطة التتابع الفني كالآتي (شكل ١٤ / ٦) .
شكل (١٤ / ٦) تعجيل (أ) (أسبوعين)



ويصبح لدينا على الخريطة ثلاثة مسارات حرجة هي :

س_١ : ١ ← ٢ ← ٤ ← ٧ ← ٨

س_٢ : ١ ← ٢ ← ٥ ← ٧ ← ٨

س_٣ : ١ ← ٣ ← ٤ ← ٧ ← ٨

وليس بينها عمليات مشتركة الا العملية (ن) وهي لا تقبل التعجيل (حيث تم تعجيلها بالكامل) • وإذا تفحصنا بدائل التعجيل المتاحة بين المسارات الثلاثة لوجدنا أنها تتضمن :

على المسار س_١ : العملية (أ) أسبوع ، العملية (د) أسبوعين •

على المسار س_٢ : العملية (أ) أسبوع ، العملية (ج) أسبوع والعملية (ز) أسبوع •

على المسار س_٣ : العملية (ب) أسبوعين ، العملية (هـ) أسبوعين •

والعملية (أ) مشتركة بين س_١ ، س_٢ وتكلفة تعجيلها أسبوع أقل من تكلفة تعجيل (د) ، (ز) معا أسبوع • كما أن تكلفة تعجيل (ب) أقل من تكلفة تعجيل (هـ) • وبذلك إذا قمنا بتعجيل (أ) أسبوع بتكلفة ٩٠٠ جنيه ، (ب) أسبوع بتكلفة ٤٠٠ جنيه لكانت هذه أقل التكاليف الممكنة ليعجل المشروع أسبوع ليصبح وقت التنفيذ ١٤ أسبوع ، ويظل كل من س_١ ، س_٢ ، س_٣ هي المسارات الحرجة •

وإذا رغبت الإدارة بعد ذلك في التعجيل بالمشروع فإنه يصبح من اللازم تعجيل ثلاث عمليات واحدة على كل من المسارات الثلاثة • وتكون أولويات التعجيل بالنسبة للتكلفة كالآتي :

بالنسبة للمسار س_١ : العملية (د) بتكلفة ١٠٠٠ جنيه في الأسبوع حيث لا يوجد غيرها قابل للتعجيل •

بالنسبة للمسار س_٢ : العملية (ز) أسبوع بتكلفة ٢٠٠ جنيه ثم العملية (ج) أسبوع بتكلفة ٣٥٠ جنيه •

بالنسبة للمسار س_٣ : العملية (ب) أسبوع بتكلفة ٤٠٠ جنيه ثم العملية (هـ) أسبوع بواقع ٦٥٠ جنيه

وتأسيسا على ذلك يكون جدول برنامج التعجيل الأمثل كالآتي

جدول (٥ / ٦) برنامج التعجيل الأمثل

تكلفة تعجيل وحدة الزمن	الزمن المعجل	تكلفة التعجيل	العمليات المعجلة	الزمن الأصلي	العملية التي يمكن تعجيلها	انصارات الحرجة	الدورة
١٠٠	١٩	٢٠٠	ح	٢١	أ - د - ح - ي	س١	١
١٥٠	١٧	٣٠٠	ي	١٩	أ - ج - د - ز - ي	س١ ، س٢	٢
٩٠٠	١٥	١٨٠٠	أ	١٧	أ - ج - د - ز	س١ ، س٣	٣
١٣٠٠	١٤	١٣٠٠	أ ، ب	١٥	أ - ب - ج - د - هـ - ز	س١ ، س٢ ، س٣	٤
١٦٠٠	١٣	١٦٠٠	ب ، د ، ز	١٤	ب - ج - د - هـ - ز	س١ ، س٢ ، س٣	٥
٢٠٠٠	١٢	٢٠٠٠	ج ، د ، هـ	١٣	ج - د - هـ	س١ ، س٢ ، س٣	٦
	<u>١٢</u>	<u>٧٢٠٠</u>					

ويتضح من الجدول ما يلي :

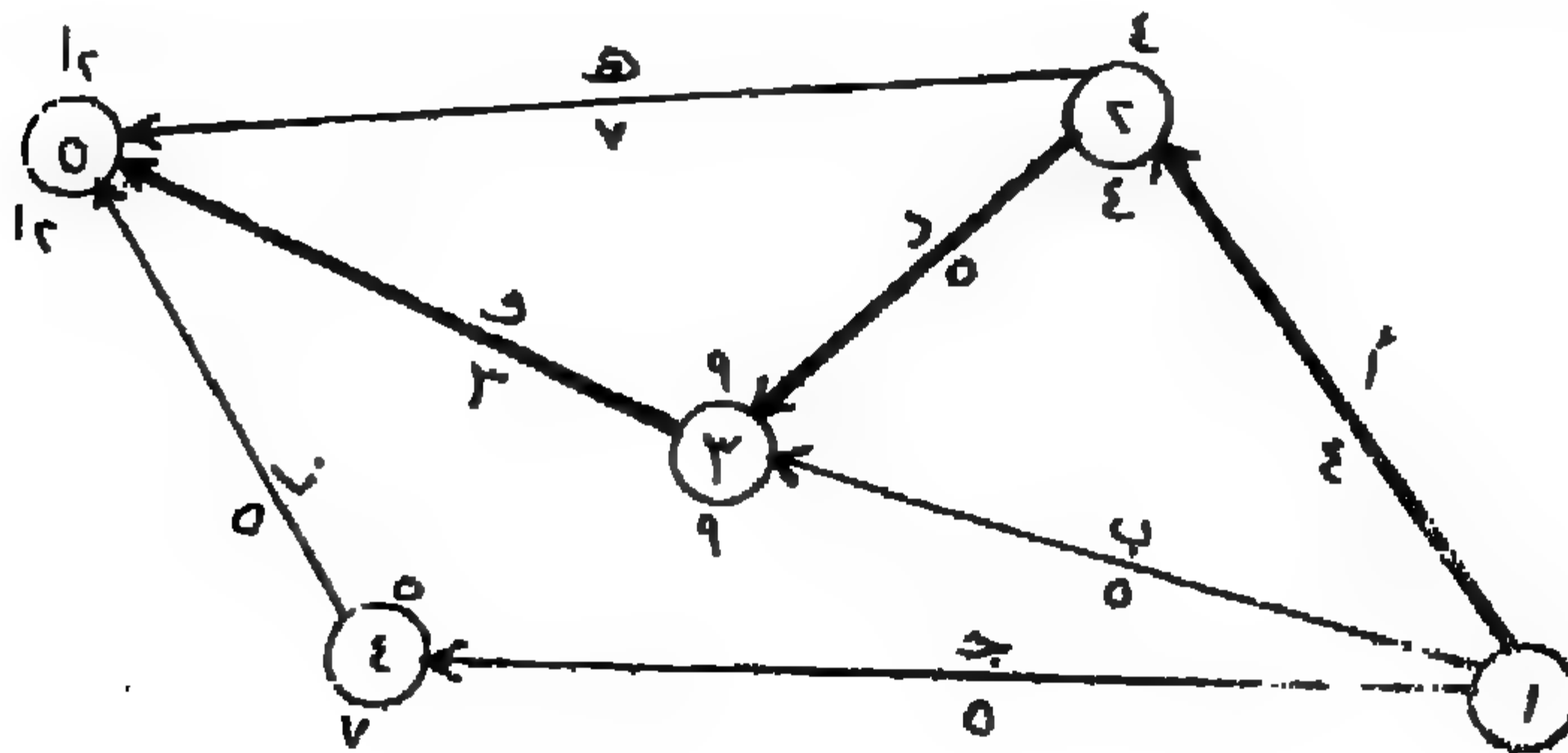
- ١- أن تعجيل المشروع الى ١٢ أسبوع يؤدى الى زيادة التكلفة بمبلغ ٧٢٠٠ جنيه ، كما توصلنا اليها فى الجدول السابق (٤ / ٦) .
- ٢- أن تكلفة التعجيل بالنسبة لوحدة الزمن (١ أسبوع) تتزايد كلما رغبتنا الابتعاد عن زمن التنفيذ العادى واقتربنا الى زمن التنفيذ المعجل .
- ٣- أن الجدول يوضح بدائل التعجيل المتاحة ، وعلى الادارة أن تقرر البديل الذى يتلائم مع الظروف المخيطة بها .
- ٤- أنه اذا وجدت عوامل أخرى تؤثر فى التكاليف بخلاف الزمن ، أو اذا وجدت تكاليف أخرى ترتبط بالتنفيذ والزمن معا ، كالتكاليف الثابتة لآلات ومعدات التنفيذ ، وعناصر التكاليف غير المباشرة الأخرى المتعلقة بالخدمات الغير مباشرة على العمليات فان كل ذلك لابد وأن يأخذ بعين الاعتبار بالإضافة الى تكلفة التعجيل ، بصدور اتخاذ قرارات التعجيل الملائم .

٦- تحديد المسار الحرج عن طريق البرمجة الخطية :

يتضح مما تقدم أن نماذج التحليل الشبكي تهتم بعامل الزمن كمحدد للمسار الحرج الذى يتحكم فى وقت تنفيذ المشروع ويتحدد المسار الحرج ، بعد حساب أوقات الانتهاء المبكر والمتأخر للأحداث المختلفة ، بذلك المسار الذى يتساوى فيه التوقيتين على كل الأحداث الواقعة عليه . أو بمعنى آخر بذلك المسار الذى يكون الوقت الفائض الحرج للعمليات الواقعة عليه مساوياً للصفر .

والواقع أن المسار الحرج يمكن أن يتحدد كمسألة برمجة خطية يكون الهدف فيها هو تخفيض زمن انجاز المشروع كله أقل ما يمكن فى ظل قيود أزمنة الانجاز المقدرة للأنشطة المختلفة . ولنفرض توضيحاً لذلك خريطة التتابع الفنى للمشروع المبسط الظاهرة فى الشكل (١٥ / ٦) .

شكل (١٥ / ٦) خريطة التتابع الفنى وأزمنة انجاز الأنشطة وانتهاء الأحداث



ونرمز للوقت اللازم للوصول الى حدث معين وبالرمز $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$ ، حيث $s_1 = 1, s_2 = 2, s_3 = 3, \dots, s_n = n$ ،
 ن هي عدد أحداث المشروع . وحيث على أحداث المسار الحرج يكون وقت الانتهاء المبكر
 متساويا مع وقت الانتهاء المتأخر فان s_i لهذه الأحداث سوف يعين كلا التوقيتين . ومن
 الواضح أن الهدف المرجوب تحقيقه يصبح تخفيض الوقت اللازم للوصول من الحدث الأول
 الى الحدث الأخير ، كما أن أقل وقت ممكن يتحدد على المسار الحرج ، وبمعنى آخر يصبح
 المطلوب هو تدنية الفارق الزمني بين وقت انجاز الحدث الأخير s_n والحدث الأول s_1 ،
 أي :

[١]

تدنية $Q = s_n - s_1$:
 وعلى أن يتم ذلك بالطبع في ضوء الوقت اللازم لانجاز كل نشاط من الأنشطة ، والذي
 يتحدد أيضا بالفارق الزمني بين وقت انتهاء الحدث اللاحق والحدث السابق لنشاط معين
 على المسار الحرج (وليس على المسارات الأخرى . لماذا ؟)
 فإذا رمزنا للوقت المقدّر لانجاز النشاط الذي يبدأ من الحدث (ر) وينتهي عند الحدث
 (و) بالرمز $q_{رو}$ ، فان وقت انجاز النشاط على المسار الحرج يجب أن لا يزيد عن $(s_و - s_ر)$
 أي عن الفرق بين وقت انتهاء الحدث اللاحق ووقت انتهاء الحدث السابق .
 وتأسيسا على ذلك يصبح المطلوب :

[١]

تدنية $Q = s_n - s_1$ في ظل :
 لكل (ر) وكل (و) $q_{رو} \leq s_و - s_ر$
 [٢]
 [٣]

ويتطبيق ذلك على الخريطة الواردة بالشكل (١٥ / ٦) نجد أن المطلوب :

تدنية $Q = s_٥ - s_١$ في ظل :

$s_٤ - s_١$	\leq	٤	(للنشاط أ)
$s_٣ - s_١$	\leq	٥	(للنشاط ب)
$s_٤ - s_١$	\leq	٥	(للنشاط ج)
$s_٣ - s_٢$	\leq	٥	(للنشاط د)
$s_٥ - s_٢$	\leq	٧	(للنشاط هـ)
$s_٥ - s_٣$	\leq	٣	(للنشاط و)
$s_٥ - s_٤$	\leq	٥	(للنشاط ز)

متر \leq صفر ، ر = ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ .

واذا رمزنا للأنشطة المختلفة بالرمز v ، فان ثنائى هذه المشكلة يكون :

$$٧v٥ + ٦v٣ + ٥v٧ + ٤v٥ + ٣v٥ + ٢v٥ + ١v٤ =$$

$$\text{فى ظل : } ٣v - ٢v - ١v -$$

$$١v - ٣v - ٤v - ٥v =$$

$$\text{صفر} = ٢v - ٤v + ٥v - ٦v =$$

$$\text{صفر} = ٣v - ٥v + ٦v - ٧v =$$

$$\geq ١ \quad ٥v + ٦v + ٧v$$

وكلا النموذجين يمكن حله بطريقة السمبلكس وطريقة السمبلكس الثنائية (عليك بحلها كتمرين

على طريقة السمبلكس الثنائية) .

أسئلة وتمارين الفصل

أولاً : الأسئلة :

- ١- تكلم باختصار عن أهم الشروط الواجب توافرها لتطبيق أسلوب المسار الحرج بالمقارنة بأسلوب " بيرت " .
- ٢- وضع أى من العبارات التالية يعتبر خطأ وأيها يعتبر صواب مبرراً فيما لا يزيد عن خمسة سطور لكل :
 - أ- يتم تعريف الحدث فى نماذج التحليل الشبكي بدلالة الزمن أو الموارد اللازمة لإنجازه .
 - ب- يمكن أن تكون بعض الأحداث فى خريطة التابع الفنى مرتبطة بالتبادل .
 - ج- لا بد وأن يتساوى وقت الانجاز المبكر مع وقت الانجاز المتأخر لأحداث المسار الحرج حتى ولو لم يتساوى الوقتين للمشروع ككل .
 - د- يتحدد وقت الانجاز المبكر لكل نشاط من الأنشطة بالفرق بين وقت الانجاز المتأخر للحدث التالى ووقت الانجاز المبكر للحدث السابق .
 - هـ- إذا كان الوقت الفائض الكلى مساوى للوقت الفائض الحرجى لكل العمليات على كل المسارات تكون جميع العمليات حرجة .
 - و- لا يلزم أن يكون الوقت الفائض الحرجى على عمليات المسار الحرج مساوياً للصفر إلا إذا كان وقت الانجاز المبكر للمشروع كله مساوياً لوقت انجازه المتأخر .
 - ز- إذا اشتركت عمليتان فى وقت فائض كلى قدره ثلاثة أسابيع فانه يلزم أن يكون الوقت الفائض الحرجى لحداهما أسبوعاً والثانية أسبوعين .
 - ح- يتحدد وقت الانجاز المتوقع لكل نشاط فى ظل نموذج " بيرت " على أساس الحكم الشخصى والخبرة السابقة .
 - ط- يكون المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى لتوزيع أوقات المسار الحرج معروف مقدماً فى ظل نموذج " بيرت " .
 - ى- إذا كان الانحراف المعيارى لتوزيع أوقات عمليات المسار الحرج يساوى ٢ وكان الوقت المتوقع لانجاز المشروع هو ٢٠ أسبوعاً فإن احتمال انجاز المشروع فى ٢٠ أسبوعاً يساوى $\frac{18}{30}$ ، أى ٩٠ % .
 - ك- تكون تكلفة انجاز المشروع فى الاوقات العادية دون تعجيل بأى أنشطة هى أقل

• تكاليف الانجاز الممكنة .

• يمكن دائما التعجيل بأى نشاط الى وقت انجازه المعجل مادام هذا النشاط واقعا على المسار الحرج ليتحقق التعجيل المطلوب فى المشروع ككل بنفس وقت تعجيل النشاط .

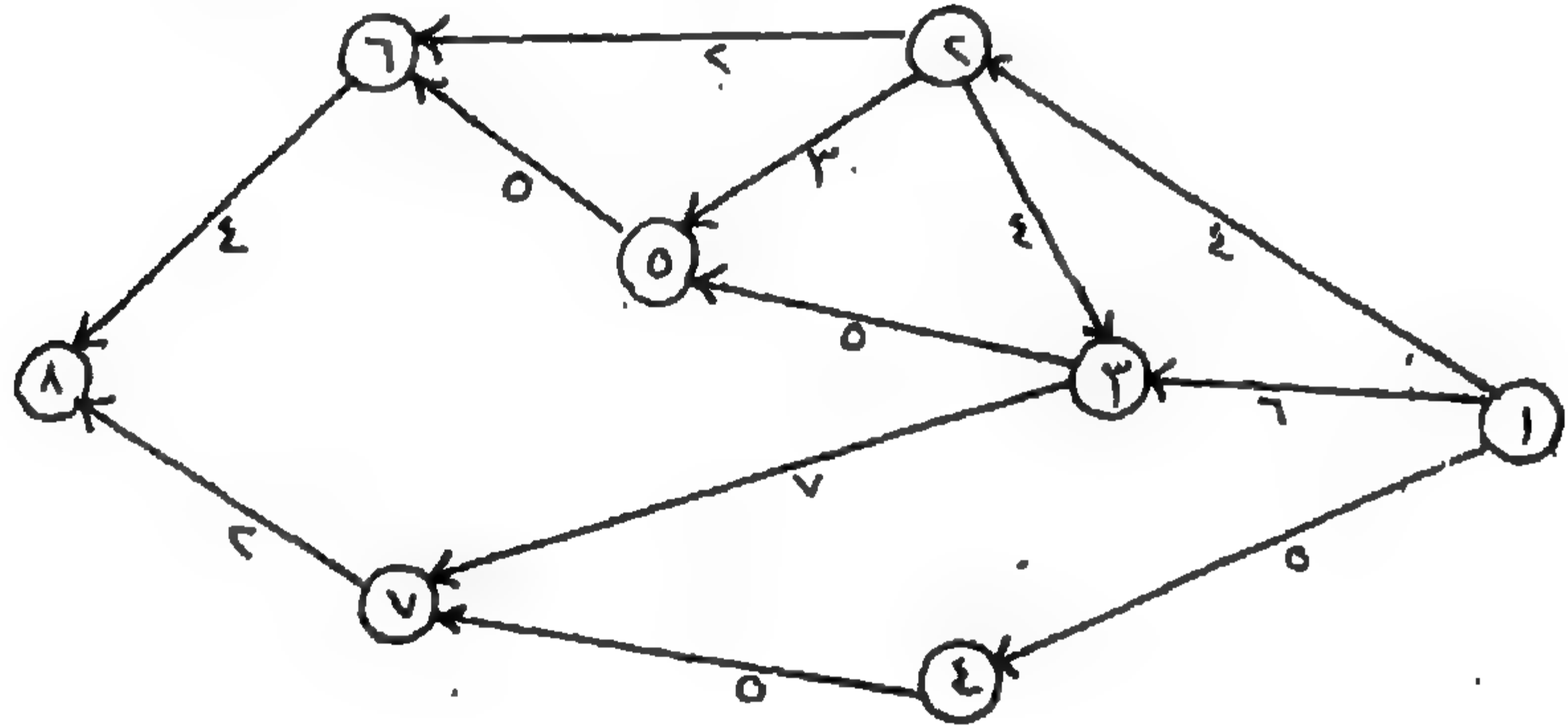
م - تتناقص تكلفة التعجيل لوحدة الزمن كلما طالت فترة تنفيذ المشروع .

ن - لا يتأثر برنامج التعجيل الأمل بأية عوامل بخلاف تكاليف التعجيل بالنسبة للزمن .

ثانيا : التمارين :

التعريف الأول :

• فيما يلى خريطة التتابع الفنى بأوقات انجاز العمليات لمشروع معين .



المطلوب : ١ - اعداد جدول التتابع الفنى للعمليات .

٢ - تحديد المسار الحرج من طريق تحديد المسارات .

٣ - تحديد المسار الحرج عن طريق الوقت الفائض للإحداث .

٤ - بفرض أن وقت النشاط الموصل من الحدث (٢) الى الحدث (٣) انخفض الى وحدتين زمنيتين بدلا من أربع وحدات ، قم بتكرار المطالبات الثلاثة

السابقة .

٥ - ضع الصيغة الرياضية لنموذج البرمجة الخطية اللازم لتحديد المسار

الحرج من واقع خريطة التتابع الفنى المعطاه .

التمرين الثانى :

من واقع الخريطة فى التمرين الأول قم باستبعاد النشاط المؤدى من الحدث (٢) الى الحدث (٣) وقم بإضافة نشاط يبدأ من الحدث (٥) وينتهى فى الحدث (٧) ويستغرق ٤ وحدات زمنية • قم بتنفيذ المطالبات الثلاثة الأولى والمطلوب الخامس كما فى التمرين الأول على الخريطة الجديدة •

التمرين الثالث :

من واقع الخريطة فى التمرين الثانى ، افترض أنه يمكن التعجيل بكل الأنشطة بواقع وحدة زمنية واحدة لكل نشاط مقابل زيادة التكلفة الخاصة بانجاز النشاط بواقع ٢٠ ٪ من تكلفة التنفيذ فى الأوقات العادية • فإذا علمت أن (أ) تكلفة التنفيذ العادية للأنشطة التى تبدأ بالحدث (١) متساوية لوحدة الزمن وتبلغ ٢٠٠٠ جنيه لوحدة الزمن • (ب) تكلفة التنفيذ العادية للأنشطة التى تبدأ من الأحداث (٢) ، (٣) ، (٥) متساوية بالنسبة لوحدة الزمن وتبلغ ١٢٠٠ جنيه لوحدة الزمن • (ج) تكلفة التنفيذ العادية للأنشطة التى تبدأ من الأحداث (٤) ، (٦) ، (٧) متساوية بالنسبة لوحدة الزمن وتبلغ ٨٠٠ جنيه لوحدة الزمن • المطلوب : (١) اعداد جدول التابع الفنى للعمليات بتكلفة التنفيذ العادية والمعجلة لكل العمليات •

- (٢) بفرض أن الإدارة ترغب فى تنفيذ المشروع فى وقت التنفيذ المعجل ، فما هى التكلفة المضافة نتيجة هذا التعجيل ، وما هو الوفرة فى زمن التنفيذ عن الزمن العادى •
- (٣) قم باعداد برنامج التعجيل الأمثل •

التمرين الرابع :

فيما يلي جدول التتابع الفنى لعمليات مشروع معين والازمنة المقدرة للانجاز والتكاليف ؛

النشاط	الاحداث	الاحداث	الزمن المقدر (أسبوع)	الزمن المعجل	تكلفة التنفيذ لوحدته الزمن (أسبوع)	المقدّر	المعجل
السابقة	اللاحقة	ق	ح	ق			
أ	١	٢	٢	٤	٦	٣	١٠٠
ب	١	٣	٣	٥	١٣	٣	١٥٠
ج	٢	٥	٤	٥	٦	٤	١٦٠
د	٢	٤	٢	٣	١٠	٣	١٥٠
هـ	٣	٤	١	٢	٣	١	٨٠٠
و	٥	٧	١	٢	٩	٢	١٠٠
ز	٤	٧	٦	٨	١٠	٦	٨٠
ح	٣	٦	٥	٨	١١	٥	٢٠٠
ط	٦	٧	٤	٦	٨	٤	٥٠

المطلوب :

- ١ - بفرض ق هو زمن انجاز العمليات قم باعداد خريطة للتتابع الفنى وحساب وقت الانجاز المبكر والمتأخر لكل حدث وتحديد الوقت الفائض الكلى والوقت الفائض الحر لكل نشاط وتحديد المسار الحرج .
- ٢ - من واقع الخريطة فى المطلوب الأول افترض أن الادارة ترغب فى تنفيذ المشروع فى زمن لا يزيد عن ١٥ أسبوعا ، فما هو برنامج التعجيل الأمثل .
- ٣ - من واقع الخريطة فى المطلوب الأول ، افترض أن الادارة ترغب فى تنفيذ المشروع فى ١٢ أسبوعا ، فهل تستطيع أن تحقق لها هذه الرغبة ولماذا ؟ بفرض أن النشاط (د) يمكن التعجيل به لمدة اسبوعين فما هى التكلفة المضافة التى تترتب على ذلك فى تعجيل تنفيذ المشروع ؟ .
- ٤ - قم بحساب ق و ق_ر للمسار الحرج وقم بحساب احتمال انجاز المشروع فى ٢٢ أسبوعا .

جدول المساحات تحت التوزيع المعتدل

الفصل السابع

مقدمة في نظرية المباريات

١- مقدمة :

تعتبر نظرية المباريات من أهم الانجازات الرياضية في المجالات الاستراتيجية والاقتصادية في القرن العشرين . ويعتبر العالم الرياضى الفرنسى اميل بوريل Emile Borel أول من طرح فكرة النظرية سنة ١٩٢١ . الا أن الفضل الأكبر فى ارساء أركان النظرية وبرهنة نتائجها الأساسية واظهار الامكانيات الهائلة لها فى التطبيق فى المجالات الاقتصادية والعسكرية والادارية يرجع الى جون فون نيومان واسكار مورجانسترن John von Neumann & Oskar Morganstern ، فبعد أن أثبت فون نيومان القانون الأساسى للنظرية ، وهو قانون أدنى الاقصيات Minimax Theorem سنة ١٩٢٨ ، تعاون مع مورجانسترن فى تقديم النظرية كأداة لتحليل المواقف التنافسية المتعارضة فى المجالات الاقتصادية والحرية ، وفى المجالات التى تتعارض فيها المصالح بصفة عامة سنة ١٩٤٤ . ومنذ ذلك الحين وحتى وقتنا هذا لم يتوقف سيل الاضافة والتطوير ومحاولات التغلب على مشاكل التطبيق . ومن أهم الاضافات التى فتحت أفقا جديدا للتطبيق هى نتائج أعمال شابلى L. S. Shapley عندما قدم الدالة المعروفة بدالة قيم شابلى ، والتى على أساسها تتحدد قيمة قائد المباريات متعددة الأطراف لكل من المشاركين فيها فى صورة فريدة .

وسوف يختص هذا الفصل بتقديم القارئ للمبادئ الأولية للنظرية ، مع شرح بعض مجالات التطبيق ، وسوف نقتصر فى هذا الصدد على ما يسمى بالمباريات الثنائية ذات الحصلة الصفرية . وسوف نوضح فى نهاية الفصل كيف يمكن التوصل الى تحديد نتيجة هذه المباريات كحالة خاصة من نموذج البرمجة الخطية .

٢- المباريات الثنائية ذات الحصيلة الصفرية Two-Person Zera-Sum Games

تنقسم المباريات من حيث عدد المشاركين فيها الى مباريات ثنائية ومباريات متعددة الاطراف ، كما تنقسم من حيث الحصيلة الى مباريات صفرية الحصيلة ومباريات غير صفرية الحصيلة . أما المباريات الثنائية صفرية الحصيلة فهي تلك التي تتم بين طرفين متنافسين أو ذوى مصالح متعارضة ، وبحيث تكون الحصيلة الجبرية لعائد المباراة لكلا الطرفين معا مساوية للصفر أى أن مكاسب احدهما لا بد وأن تتساوى مع خسائر الاخر . فإذا تنافست شركتان على حجم سوق ثابت مثلا وفازت احدهما بزيادة ١٠ % فى نصيبها فى السوق فان الأخرى بالضرورة تكون قد خسرت ما يعادل هذه النسبة من حصتها فى السوق .

وتؤدى المباريات الثنائية غير صفرية الحصيلة الى حصيلة جبرية لا تتساوى الصفر وبمعنى أنه قد يترتب على حملة اعلانية تقوم بها إحدى شركتين متنافستين زيادة مبيعاتها بنسبة معينة ولكن النقص فى مبيعات المنافسة يقل من هذه النسبة أو يزيد عنها . وفى الحالة الأولى تكون المبيعات الكلية للشركتين معا قد زادت ، وفى الحالة الثانية تكون المبيعات الكلية قد نقصت . وتكون الزيادة فى أرباح الشركة الأولى فى الحالة الأولى أكبر من النقص فى أرباح الثانية ، بينما تكون أقل من هذا النقص فى الحالة الثانية .

وتكون المباراة متعددة الاطراف اذا زاد عدد المشاركين فيها ، أو المتنافسين على عائداتها عن اثنين . وهى قد تكون ذات حصة صفرية ، كما قد تكون ذات حصة غير صفرية موجبة أو سالبة ، بنفس المنطق بعاليه .

وسوف نقتصر ، كما سبق أن ذكرنا ، على عرض مبسط للمباريات الثنائية صفرية الحصيلة .

٢-١- الاستراتيجيات الصرفة والاستراتيجيات المختلطة :

يفترض فى نظرية المباريات دائما أن المتنافسين على عائد المباراة فى منتهى الوعى والرشد والحصافة . فيجب أن يتوافر فى كل منهم القدرة على التوقع بتصرفات المنافس ، وحساب نتائجها ، كما تؤثر فى نصيبه فى حصة المباراة . وبالتالى فليس هناك أى تصرفات عشوائية غير محسوبة من قبل أى من المنافسين . ومن هذا المنطلق قد يجد أحد المنافسين

نفسه مضطرا الى أن يلتزم بما يسمى استراتيجية صرفة Pure strategy ففى تصرفاته قبل المنافس الذى قد يضطر الى اتباع استراتيجية صرفه هو الآخر أو اتباع استراتيجية مختلطة Mixed Strategy . وسوف نوضح هذين المفهومين عن طريق مثال مبسط .

نفترض كل من الشركتين ش_١ ، ش_٢ يتنافسان فى سوق منتجات معين حيث يعرض كل منهما ثلاثة منتجات فى هذا السوق ، وحيث تعتبر منتجات كل من الشركتين بدائل كاملة لمنتجات الأخرى . ولنفرض أن الشركة ش_١ ، نتيجة دراسة مستفيضة للسوق والتغير فى أذواق المستهلكين ، وجدت أنها تستطيع تقديم منتج رابع متطور يمكن أن يؤدى الى زيادة نصيبها من السوق بمقدار ١٠ ٪ من الحجم الكلى للسوق ، اذا لم تقم ش_٢ بتصرف مضاد . أما اذا قامت ش_٢ بتقديم منتج جديد هى الأخرى ، فان الزيادة فى نصيب ش_١ من السوق بتقديم منتجها الجديد سوف تقتصر على ٤ ٪ فقط . فى حين أنه اذا قامت ش_٢ بتقديم منتج جديدة بينما لم تقم ش_١ بتقديم منتجها فان ش_١ تخسر ٦ ٪ من نصيبها الحالى فى السوق . فما هى الاستراتيجية المفضلة التى يجب على ش_١ اتباعها فى ظل هذه الظروف ؟ ، وبالتالى فما هى استراتيجية ش_٢ المثلى لمقابلة نوايا ش_١ حتى تتصف ادارتها بالرشد الاقتصادى والحصافة الادارية ؟ .

والواقع أن ش_١ أمام خيارين ، اما أن تقدم المنتج الجديد أو أن لا تقدم بهذا المنتج فى السوق . ولنرمز للخيار الأول بالرمز ١١ وللخيار الثانى بالرمز ١٢ . وفى المقابل يصبح أمام ش_٢ خيارين ، اما أن تقدم بمنتج جديد هى الأخرى ، أو لا تقدم بهذا المنتج . ولنرمز للخيار الأول بالرمز ٢١ وللخيار الثانى بالرمز ٢٢ . وتأسيا على ذلك يمكن أن نلخص البيانات السابقة فى شكل ما يسمى بمصفوفة عائد المباراة Pay off Matrix كالآتى :

جدول (١ / ٧)

		ش _٢			
		٢٢ ل	٢١ ل	١١ ل	ش _١
مصفوفة عائد المباراة	١٠ ٪	٤ ٪	٦ ٪	١٢ ل	
	٠				

وبالاحظ أن كل عنصر في المصفوفة يمثل العائد على إحدى الشركتين والذي بالضرورة يمثل خسارة الشركة الأخرى . فزيادة نصيب ش_١ بمعدل ٤% في الصف الأول والعمود الأول يعنى من وجهة نظر ش_٢ نقص في نصيبها بنفس النسبة ، بينما نقص نصيب ش_١ بمعدل ٦% في الصف الثانى والعمود الأول هو من وجهة نظر ش_٢ زيادة في نصيبها بنفس المعدل .

ومن الواضح أنه إذا كانت إدارة ش_١ رشيدة وحصيفة في ظل هذه الظروف فإنها سوف تختار وبالضرورة البديل ل_{١١} . ذلك لأنها في كل الاحوال سوف تحصل على زيادة اضافية في نصيبها من السوق أدناها ٤% وأقصاها ١٠% . وبالتالى فأقل ما يمكن أن نحصل عليه من مكاسب بهذا البديل هو اضافة ٤% الى نصيبها من السوق . أما البديل الثانى ، فأقصى ما يمكن أن تضيفه الى نصيبها من السوق فيه هو صفر بينما أدنى ما يمكن أن نتحصل عليه هو فقدان ٦% من نصيبها الحالى . ذلك اذا اختارت ش_٢ البديل ل_{٢١} .

غير أنه طبقا لافتراضات نظرية المباريات ، اذا كانت ش_١ حصيفة ورشيدة فلا يجوز افتراض أن ش_٢ أقل منها حصافة أو رشدا . وهى لو اختارت ل_{٢١} فان أقصى ما يمكن أن تفقده من السوق هو ٤% بينما قد تتاح لها الفرصة في اضافة ٦% الى نصيبها الحالى . أما اذا اختارت ل_{٢٢} فأقصى ما يمكن أن تفقده من السوق هو ١٠% ، بينما أفضل ما يمكن أن يتحقق لها بهذا البديل هو الاحتفاظ بنصيبها الحالى ، وذلك بشرط اختيار ش_١ للبديل ل_{٢٢} . ومن الواضح أيضا في ظل هذه الظروف أنه يصبح من المتعين على ش_٢ أن تختار البديل ل_{٢١} لتقلل خسائرها من حصة السوق الى أقل ما يمكن .

وبمعنى ذلك أن فرص اختيار ش_١ بين البدلين أصبحت مركزة على البديل ل_{١١} بنسبة ١٠٠% ، أو باحتمال واحد صحيح ، بينما فرصة اختيار ل_{٢٢} بالنسبة للشركة ش_١ أصبح احتمالها مساويا للصفر . فالشركة ش_١ سوف تختار ل_{١١} بصفة مطلقة منطقيا . ويقال في هذه الحالة أن الشركة ش_١ تتبع استراتيجية صرفة هى (١ ، صفر) . أى أن احتمال اختيار أحد البدلين هو واحد صحيح واحتمال اختيار البديل الآخر هو الصفر .

كذلك الأمر بالنسبة للشركة ش_٢ . فهى سوف تختار هى الأخرى ل_{٢١} بصفة مطلقة أى أنها مضطرة أن تتبع الاستراتيجية الصرفة (١ ، صفر) للاقلال من النسبة التى تفقدها من السوق للشركة ش_١ الى أقل ما يمكن .

وبالتالى فمن الواضح أن الاستراتيجية الصرفة لمتنافس معين تعنى اختياره لاحد البدائل بصفة مطلقة دون البدائل الاخرى ، أو أن احتمال اختيار هذا البديل يصبح مساويا للوحدة ، بينما اختيار البدائل الاخرى احتمالاتها مساوية للصفر . وبالتبعية تكون الاستراتيجية مختلطة اذا كان احتمال اختيار أكثر من بديل يزيد عن الصفر . مثال ذلك الاستراتيجيات $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ ، $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4})$ ، $(\frac{1}{6}, \frac{5}{6})$ ، $(\frac{1}{3}, \frac{2}{3})$ ، $(\frac{1}{3}, \frac{2}{3})$ ، $(\frac{1}{3}, \frac{2}{3})$ ، وهكذا .

٢-٢- أدنى الأقصيات وأقصى الأدنيات وقيمة المباراة :

حيث تعتبر مكاسب أحد المتنافسين فى المباريات صغرية الحصيلة بالضرورة معادلة وممثلة لخسائر المتنافس الآخر ، فاننا نستطيع التوصل الى الاستراتيجيات المثلى لكل من المتنافسين بتطبيق قانونى أدنى الاقصيات وأقصى الادنيات . ونوضح ذلك عن طريق المثال بعاليه .

ولنتفق منذ البداية على تطبيق مبدأ الحيطة والحذر . وهو يعنى فى هذا المجال أننا نعتد فى قراراتنا فيما يختص ببديل معين من البدائل بأقل الارباح أو المكاسب التى يحققها البديل اذا كان البديل من وجهة نظرنا مربحا ، ونعتد بأكبر الخسائر أو التضرعات التى تترتب على هذا البديل اذا كان البديل من وجهة نظرنا خاسرا . ذلك أيضا بمراعاة أن البديل المربح من وجهة نظر أحد المتنافسين هو بالضرورة محققا لخسائر من وجهة نظر المتنافس الآخر .

ونلاحظ فى مثالنا السابق أن أقل ما يتحقق من مكاسب للشركة ش_١ بالبديل الأول ١١ هو اضافة ٤% لنصيبها من السوق ، بينما أقل ما يتحقق لها بالبديل ل_١ هو فقدان (٦%) من نصيبها من السوق . وهى إذ اتبعت مبدأ الحيطة والحذر فى تقييم مكاسب كل من البديلين ، فهى تختار البديل الذى يحقق أقصى أدنيات المكاسب ، أى الأقصى بين ٤% و ٦% ، وهو ٤% .

وحيث مكاسب ش_١ هى خسائر ش_٢ ، فان ش_٢ تنظر للأمر بنظرة عكسية . فهى تقييم البدائل على أساس حساب أقصى ما يمكن أن يتحقق لها من خسائر عن كل منها ، ثم تعمل على تقليل خسائرها بعد ذلك الى أقل ما يمكن . وهى لو اختارت البديل الأول لكان أقصى خسائر تمنى بها هى فقدان ٤% من نصيبها من السوق ، بينما لو اختارت البديل الثانى

لكان أقصى الخسائر هو فقدان ١٠٪ من هذا النصيب . وبذلك فهي تختار البديل الذى يحقق لها أدنى أقصيات الخسائر ، أى البديل الأول الذى يحقق لها خسائر قدرها ٤٪ .
ويتضح ما تقدم من الجدول التالى الذى يوضح أدنى مكاسب ش_١ وأقصيات خسائر ش_٢ .

جدول
(٢ / ٧)

ش _١	ش _٢	
	ل ٢٢	ل ٢١
ش _١	١٠	٤
	١١	١٢
	١٠	٤
	١٠	٤

ويتضح من الجدول أن الشركتين يكونان فى حالة توازن عند تلاقى ل ١١ مع ل ٢١ ، حيث تكون أقصى أدنى مكاسب ش_١ معادلة لأدنى أقصيات خسائر ش_٢ ، أى عندما نحصل ش_١ على ٤٪ زيادة فى نصيبها من السوق بتقديم المنتج الجديد ونفقد ش_٢ ٤٪ من نصيبها بتقديم منتج جديد فى مواجهة ش_١ . لاحظ أنه إذا لم تقم ش_٢ بتقديم المنتج فإنها تخسر ١٠٪ من نصيبها من السوق ، وهى بتقديم المنتج تقلل الخسائر إلى ٤٪ بدلا من ١٠٪ . ويبلغ عائد المباراة من وجهة نظر ش_١ ٤٪ بينما يبلغ من وجهة نظر ش_٢ - ٤٪ . لتكون الحصلة الكلية مساوية للصفر . غير أنه يقال أن قيمة المباراة = ٤٪ من وجهة نظر المستفيد منها .

٢-٣ دالة العائد والاستراتيجيات المثلى :

يطلق على الاستراتيجية التى تحقق أقصى عائد للمباراة من وجهة نظر المستفيد منها الاستراتيجية المثلى ، كما يطلق على الاستراتيجية التى تحقق أدنى تضحيات من وجهة نظر المتضرر من المباراة الاستراتيجية المثلى أيضا . والاستراتيجية المثلى هى تلك التى تؤدى إلى تخصيص دالة العائد إلى أكبر ما يمكن فى حالة المستفيد ، وإلى تدنية دالة العائد إلى أقل ما يمكن فى حالة المتضرر .

والاستراتيجية فى حقيقة الأمر ما هى الا التوزيع الاحتمالى لاقرار البدائل • وتكون الاستراتيجية مثلى اذا أمكن تحديد هذا التوزيع الاحتمالى بطريقة تؤدى الى تحقيق الهدف المرغوب بأفضل صورة ممكنة اذا تم اقرار البدائل على أساس هذا التوزيع •

ولتوضيح ذلك دعنا نرمز لاحتمال اختيار البديل الأول بالنسبة للشركة ش_١ بالرمز (ح) وحيث أن الشركة متاح لها بديلين ، وحيث مجموع الاحتمالات = ١ فان احتمال اختيار البديل الثانى يكون مساويا (١ - ح) • ولنرمز على نفس النمط لاحتمال اختيار الشركة ش_٢ للبديل الأول بالرمز (ط) ، حيث يكون احتمال اختيار البديل الثانى (١ - ط) • وتتضح هذه البيانات مع مصفوفة عائد المباراة بين ش_١ ، ش_٢ من الجدول (٣ / ٧) •

وانذا كان عائد المباراة بالنسبة للشركة ش_١ هو ع ، فان هذا العائد من واقع هذا الجدول يتم حسابه كالاتى :

$$ع = ح [٤(ط) + ١٠(١ - ط)] + (١ - ح) [٦(ط) + صفر(١ - ط)]$$

$$= ٤حط + ١٠ح - ١٠حط - ٦ط + ٦ح - ٦حط + صفر$$

$$= ١٠ح - ٦ط$$

[١]

جدول (٣ / ٧)	ش _٢		
	٢٢ ل	٢١ ل	
	ط (١ - ط)	ح	الاستراتيجيات
ش _١	١٠	٤	١١ ل
	٠	٦ -	١٢ ل

ونجد من المعادلة [١] أن الشركة ش_١ تتحكم فى قيمة ح بينما الشركة ش_٢ تتحكم فى قيمة ط • ولا شك فى أن ش_١ ترغب فى جعل قيمة ح أكبر ما يمكن حتى تكون ع أكبر ما يمكن • بينما الشركة ش_٢ ترغب فى جعل قيمة ط أكبر ما يمكن لجعل قيمة ع أقل ما يمكن (أرباح ش_١ خسائر للشركة ش_٢) ، ذلك لان معامل ط فى [١] مقدار سالب • وحيث $ح \geq ١$ ، $ط \geq ١$ ،

فان $ح = ١$ ، $ط = ١$ تحقق غرض الشركتين . وبالتالي تكون استراتيجية $ش_١$ هي (١ ، صفر) واستراتيجية $ش_٢$ هي (١ ، صفر) وكلاهما استراتيجيات صرفة .
ويطلق على المباراة التي تكون الاستراتيجيات المثلى للمتنافسين فيها استراتيجيات صرفة ،
مباراة محددة تحديدا كاملا Strictly determined .

وليس من الضروري بالطبع أن تكون الاستراتيجيات المثلى استراتيجيات صرفة . فلو
افترضنا مثلا أن مصفوفة العائد بين $ش_١$ ، $ش_٢$ كانت كما في الجدول (٤ / ٧) .

جدول (٤ / ٥)	ش _٢		ش _١
	٢٢ ل	٢١ ل	
	أدنى مكاسب ش _١	ط (١ - ط)	الاستراتيجيات
	٤ - * ٦ -	٢ ٦ -	ح (١ - ح)
		٨	٢ *
		أقصى خسائر ش _٢	

فانه يتضح من الجدول أن أقصى أدنيات ش_١ (٤ - *) يختلف عن أدنى أقصيات ش_٢ (٢ *)
وإذا رغبتنا في تحديد عائد المباراة بالنسبة للشركة ش_١ فاننا نجد أنه كالاتي :

$$ع = ح [٢ ط + (٤ -) (١ - ط)] + (١ - ح) [(٦ -) (ط) + (٨ -) (١ - ط)]$$

$$= ١٦ ح ط - ٨ ح - ١٠ ط + ٤$$

$$= ١٦ (ح ط - ح \frac{٨}{١٦} - ط \frac{١٠}{١٦} + \frac{٤}{١٦})$$

$$= ١٦ (ح - ح \frac{٨}{١٦} - ط \frac{١٠}{١٦} + \frac{٤}{١٦})$$

$$= ١٦ (ح - ط) (\frac{٥}{١٦}) + ١$$

[٢]

وكما هو الحال في المثال السابق فان ش_١ تتحكم في ح بينما ش_٢ تتحكم في ط ، وترغب
الأولى في تحقيق ع بينا ترغب الثانية في تدنيتهما . ولنفرض أن ش_١ اختارت $ح = ١$ ، فسوف
يكون من الخطئ في هذه الحالة أن تختار ش_٢ $ط = صفر$ حتى تتفاد خسائر ش_١ وتزداد
قيمة ع السالبة بالنسبة للشركة ش_١ (والفوجبة بالنسبة للشركة ش_٢) في المعادلة [٢] .

وإذا اختارت ش_٢ أى قيمة للمتغير ط < ١/٢ فإنه يصبح فى صالح ش_١ اختيار أكبر قيمة ممكنة للمتغير ح ، أى جعل ح = ١ حتى نحصل على أكبر قيمة موجبة للحد الأول فى المعادلة [٢] وبالتالى فعلى ش_٢ أن تجعل ط > ١/٢ حتى تضمن أن تكون محصلة هذا الحد سالبة أو صفر .

إلا أن ش_١ لو وجدت أن ش_٢ اختارت قيمة ط > ١/٢ فيصبح من المنطقى أن تختار هى الأخرى قيمة ح > ١/٨ حتى يتحول الحد الأول من المعادلة [٢] إلى مقدار موجب فنقل الخسائر التى تتحملها . ولكن لو أكتشفت ش_١ ذلك لجعلت قيمة ط < ١/٢ لتتحول قيمة الحد إلى مقدار سالب . والواقع أن الاستراتيجية المثلى للشركة ش_١ فى ظل رشد وحصافة ش_٢ تقتضى أن تجعل ح = ١/٨ ، وبالتالى الاستراتيجية المختلطة (١/٨ ، ٣/٨) ، كما أن الاستراتيجية المثلى للشركة ش_٢ فى ظل حصافة ورشد ش_١ تقتضى أن تجعل ط = ١/٢ ، وبالتالى تتبع الاستراتيجية المختلطة (١/٢ ، ١/٢) لتكون قيمة المباراة محددة بخسارة قدرها ١/٨ تتحملها ش_١ (وهى مكاسب تضاف لنصيب ش_٢) .

٣- تعدد البدائل أمام المتنافسين والبدائل المهيمنة (المسيطرة) :

قد تعدد البدائل أمام المتنافسين فى المباراة ولا تكون الاستراتيجيات المثلى استراتيجيات صرفة حيث يتحقق التوازن يتعادل أدنى الاقصيات مع أقصى الادنيات . ويقتضى الأمر فى ظل هذه الظروف أن يقوم كل متنافس بتحليل البدائل لاستبعاد غير الفعال منها والابقاء على البدائل المهيمنة Dominant قبل البحث عن الاستراتيجية المثلى التى يجب اتباعها . ويكون بديل مهيمن على بديل أو بدائل أخرى من وجهة نظر متنافس معين إذا كان كل عنصر من عناصر متجه عائد هذا البديل فى مصفوفة العائد يفوق على الأقل العنصر المماثل فى متجه البديل أو البدائل الأخرى .

ولتوضيح ذلك افترض مصفوفة العائد الموضحة فى الجدول (٥ / ٧) بين ش_١ ، ش_٢ .

جدول (٥ / ٧)	أدنى مكاسب ش _١	ش _٢			ش _١
		ل ٢٣	ل ٢٢	ل ٢١	
	٦ -	٩	٦ -	٥	ل ١١
	* ٤ -	٤ -	٨	٤ -	ل ١٢
	٧ -	٨	٧ -	٤	ل ١٣
		أقصى خسائر ش _٢ ٩ ٨ * ٥			

ومن الواضح أن البديل ل ١١ يهيمن على البديل ل ١٣ من وجهة نظر ش ١ حيث : ٥ < ٤ ،
 — ٦ < ٧ ، ٩ < ٨ . وهذا يعنى أنه إذا كان للشركة ش ١ أن تختار بين البدلين فهي
 دائما سوف تختار ل ١١ لانه يهيمن على ل ١٣ . والامر ليس كذلك بالطبع بين ل ١١ ول ١٢
 فإذا كانت ٥ < ٤ ، فإن ٦ > ٨ . فإذا كان ل ١١ يهيمن على ل ١٢ عندما تتبع ش ١
 ل ٢١ ، فإن ل ١٢ يهيمن على ل ١١ عندما تتبع ش ١ ل ٢٢ . وبالتالي لا يعتبر ل ١١ مهيمن
 على ل ١٢ من وجهة نظر ش ١ . وبالتالي فهي وان كانت لن تعتقد بوجود ل ١٣ عند تحديد
 استراتيجيتها المثلى ، فهي لابد وأن تعتقد بوجود ل ١١ و ل ١٢ .

ونلاحظ أيضا أن البديل ل ٢١ من وجهة نظر ش ٢ يهيمن على البديل ل ٢٣ لها .
 ذلك مع تذكر أن العوائد الموجبة من وجهة نظر ش ١ هي عوائد سالبة من وجهة نظر ش ٢ .
 وبذلك نجد أن ٥ < ٩ ، ٤ = ٤ ، ٤ < ٨ . وهذا يعنى أنه إذا كان للشركة
 ش ٢ أن تختار بين ل ٢١ و ل ٢٣ فهي سوف تختار ل ٢١ بصفة دائمة . وبالتالي فهي لن
 تعتقد بوجود ل ٢٣ عند تحديد استراتيجيتها المثلى . ويترتب على ذلك أن تصبح مصفوفة
 العائد الفعالة في هذه المباراة ، كما هو موضح في الجدول (٦ / ٧) .
 وحيث لا يتفق أدنى الاقصيات مع أقصى الادنيات ، فإن المباراة ليس لها نقطة توازن مشتركة
 Saddle point ، وبالتالي تكون الاستراتيجيات المثلى فيها مختلطة ، ويمكن أن

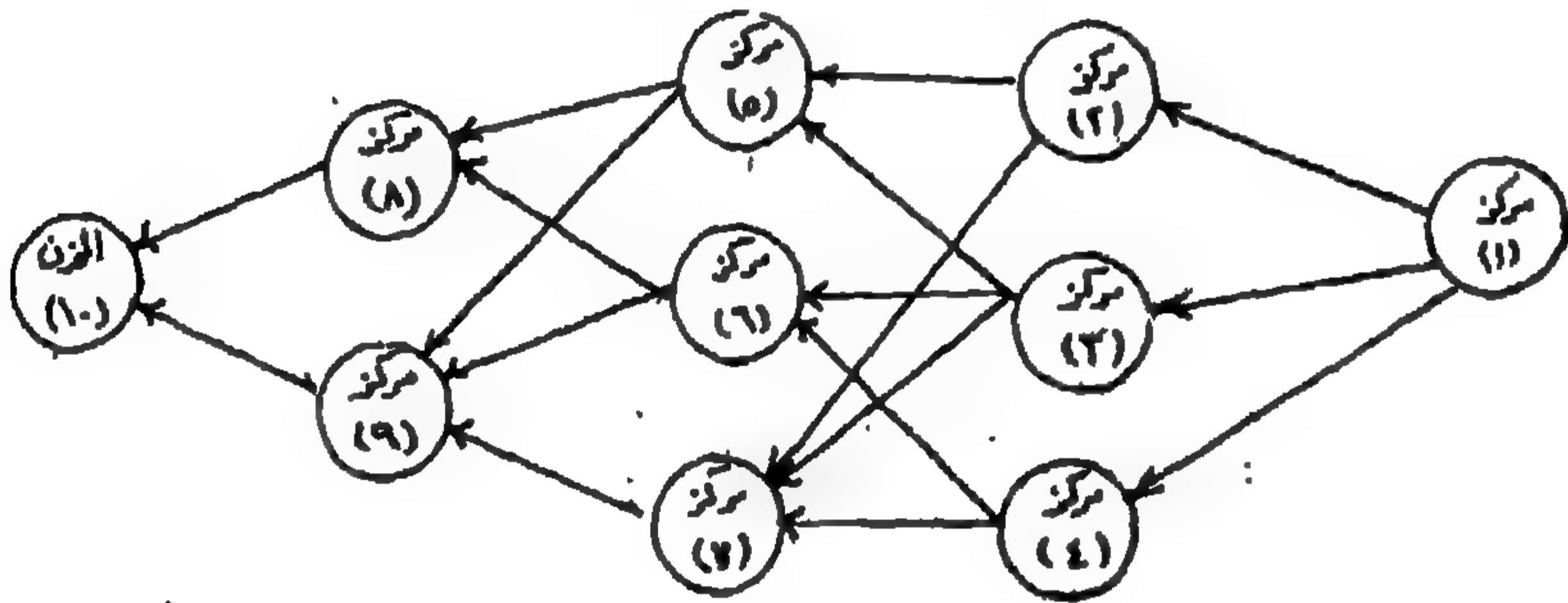
جدول (٦ / ٧)	ش ١ أدنى مكاسب	ش ٢		الاستراتيجيات	ل ١١ ل ١٢
		ل ٢٢	ل ٢١		
		ط (١-ط)	ط		
٦- *٤-		[٦- ٥ ٨ ٤-]	ج (ج-١)		
		٨	*٥	أقصى خسائر ش ٢	

تحدد جبريا بالطريقة التي اتبعناها سابقا كالآتي :

عن أسلوب الحل الذى يمكن اتباعه • والغرض الثانى هو بناء طرق الحل التى يمكن اتباعها
فى أسلوب البرمجة الديناميكية من واقع الاركان المختلفة التى تتكون منها عن طريق الاستنباط
من المشكلة ذاتها •

ولنفرض أنه يمكن انتاج منتج معين عن طريق اتباع أحد طرق انتاجية مختلفة يبلغ عددها
أحدى عشر طريقة ، حيث يمر المنتج على عدد من مراكز الانتاج المختلفة لكل طريقة من الطرق
الصناعية الاحدى عشر ، كما هو مبين من الشكل الآتى :

شكل رقم ٨ / ١ تتابع العمليات للطرق الانتاجية المختلفة •



وتختلف تكلفة اعداد المنتج فى كل مركز من مراكز التكلفة السابقة طبقا للطريقة الصناعية
المتبعة فى انتاجه فى مراكز الانتاج اللاحقة • فاذا رمزنا لتكلفة المنتج فى المركز (م) لأغراض
المركز التالى (ن) بالرمز T_m فاننا نفترض أن تكلفة المنتج فى كل مركز من مراكز التكلفة تكون
كالآتى طبقا لكل طريقة من الطرق الانتاجية :

$$\begin{array}{llll}
 T_1 = 21 \text{ جم} & T_2 = 52 \text{ جم} & T_3 = 200 \text{ جم} & T_4 = 200 \text{ جم} \\
 T_2 = 31 \text{ جم} & T_3 = 72 \text{ جم} & T_4 = 120 \text{ جم} & T_5 = 10,8 \text{ جم} \\
 T_3 = 41 \text{ جم} & T_4 = 53 \text{ جم} & T_5 = 80 \text{ جم} & T_6 = 80 \text{ جم} \\
 T_4 = 63 \text{ جم} & T_5 = 200 \text{ جم} & T_6 = 100 \text{ جم} & T_7 = 100 \text{ جم} \\
 T_5 = 73 \text{ جم} & T_6 = 300 \text{ جم} & T_7 = 160 \text{ جم} & T_8 = 160 \text{ جم} \\
 T_6 = 64 \text{ جم} & T_7 = 200 \text{ جم} & T_8 = 260 \text{ جم} & T_9 = 260 \text{ جم} \\
 T_7 = 74 \text{ جم} & & &
 \end{array}$$

حيث T_1 مثلا تعنى تكلفة المنتج فى مركز الانتاج (١) اذا كانت الطريقة الصناعية المتبعة تقتضى أن يمر المنتج بعد ذلك على مركز الانتاج (٤) ، T_4 مثلا تعنى تكلفة المنتج فى مركز الانتاج (٦) اذا كانت الطريقة الصناعية المتبعة تقتضى مروره بعد ذلك على مركز الانتاج (٨) .

فاذا رغبنا فى ظل هذه الظروف أن نحدد أفضل الطرق الصناعية لانتاج المنتج المعين ، على اعتبار أن أفضل الطرق هى أقلها تكلفة ، فاننا نستطيع احتساب تكلفة كل طريقة واختيار أقلها تكلفة . ولنحدد الطرق الصناعية أولا كما هو مبين من الشكل السابق كالآتى :

- الطريقة الاولى ١ ← ٢ ← ٥ ← ٨ ← ١٠
- الطريقة الثانية ١ ← ٢ ← ٥ ← ٩ ← ١٠
- الطريقة الثالثة ١ ← ٢ ← ٧ ← ٩ ← ١٠
- الطريقة الرابعة ١ ← ٣ ← ٥ ← ٨ ← ١٠
- الطريقة الخامسة ١ ← ٣ ← ٥ ← ٩ ← ١٠
- الطريقة السادسة ١ ← ٣ ← ٦ ← ٨ ← ١٠
- الطريقة السابعة ١ ← ٣ ← ٦ ← ٩ ← ١٠
- الطريقة الثامنة ١ ← ٣ ← ٧ ← ٩ ← ١٠
- الطريقة التاسعة ١ ← ٤ ← ٦ ← ٨ ← ١٠
- الطريقة العاشرة ١ ← ٤ ← ٦ ← ٩ ← ١٠
- الطريقة الحادية عشر ١ ← ٤ ← ٧ ← ٩ ← ١٠

وتكون تكلفة كل طريقة من الطرق كالآتى :

الطريقة الاولى	=	٢٠٠ + ٤٠ + ٢٠٠ + ٢٠٠	=	٦٤٠ جم
" الثانية	=	٢٠٠ + ١٢٠ + ١٠٠ + ٢٠٠	=	٦٢٠ جم
" الثالثة	=	٢٠٠ + ١٦٠ + ١٠٠ + ١٠٠	=	٥٦٠ جم
" الرابعة	=	٥٠٠ جم	الطريقة الخامسة	= ٤٨٠ جم
" السادسة	=	٥٨٠ جم	الطريقة السابعة	= ٥٠٠ جم
" الثامنة	=	٦٦٠ جم	الطريقة التاسعة	= ٦٦٠ جم
" العاشرة	=	٥٨٠ جم	الطريقة الحادية عشر	= ٧٠٠ جم

وبذلك تكون الطريقة المفضلة هي الطريقة الخامسة حيث تبلغ تكلفة وحدة المنتج ٤٨٠ جنيه
وتتمثل هذه الطريقة في أن يمر المنتج على مراكز الانتاج الأربعة الآتية حتى يصل الى
المخازن .

مركز (١) ← مركز (٣) ← مركز (٥) ← مركز (٩) ← المخازن ، حيث يتكلف
١٠٠ + ١٦٠ + ١٢٠ + ١٠٠ = ٤٨٠ جم .

لاحظ انه رغم أن المشكلة كانت تبدو معقدة في بدايتها الا أن حلها كان مبسطا
باتباع الطرق الحسابية المباشرة . غير أننا اضطررنا باتباع هذه الطرق الى احتساب تكلفة
كل عملية من العمليات الانتاجية الاحدى عشر بكل مراحلها على مراكز الانتاج التسعة
حتى نتوصل الى تحديد البيانات الكافية التي تمكننا من المفاضلة بين الطرق الانتاجية
المختلفة . ولا شك أن مشاكل الحياة العملية تكون أكثر تعقيدا عن هذا المثال المبسط .
فقد يكون هناك العديد من الطرق الانتاجية التي تؤدي الى انتاج منتج معين يصعب
حصر عددها في بعض الاحيان ، كما قد يمر المنتج على عدد كبير جدا من العمليات
الصناعية التي يمكن اعتبار كل منها بمثابة مركز تكلفة مستقل بحيث تزداد المشكلة تعقيدا
ويصبح حلها بالطريقة الحسابية المباشرة أمرا عسيراً ان لم يكن مستحيلاً .

٢-١- طريقة الحل العكسية The Backward Algorithm :

سنحاول الآن حل المشكلة السابقة والتوصل الى الطريقة الانتاجية المفضلة عن
طريق استخدام البرمجة الديناميكية والتي يمكن معها اتباع احدى طريقتين :

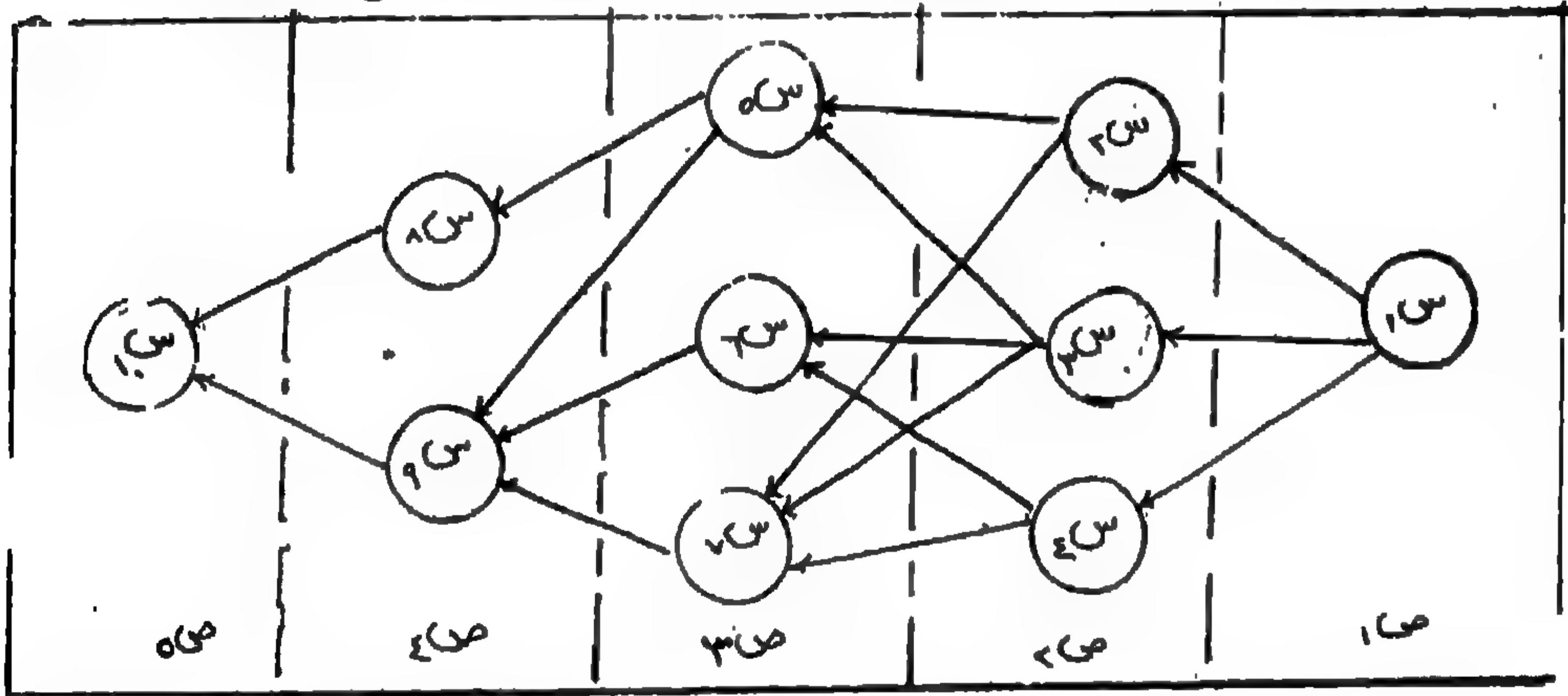
الطريقة الاولى : وتسمى طريقة الحل العكسية وبمقتضاها يبدأ التفتيش عن الحل
الأمثل للمشكلة على مراحل تبدأ من نقطة النهاية ويستمر فحص البدائل المختلفة في اتجاه
عكسي حتى نصل الى نقطة البداية .

الطريقة الثانية : وتسمى طريقة الحل الأمامية Forward Algorithm
وبمقتضاها يبدأ فحص وتقويم البدائل على مراحل تبدأ من المرحلة الاولى الى المرحلة
الاخيرة في اتجاه مسير لاتجاه البدائل ذاتها .

وسنبين في هذا البند كيفية استخدام الطريقة الاولى وخطواتها ، وسنترك
الطريقة الثانية للبند المقبل .

د عا نرمر لمراكز الانتاج بالرمز س حيث س_١ تعنى مركز الانتاج رقم (١) ، س_٢ نرمر لمركز الانتاج رقم (٢) وهكذا . ود عا نرمر لكل خطوة من الخطوات أو لكل مرحلة من المراحل التى يمر عليها المنتج بالرمز ص ، حيث تمثل المرحلة الاولى مرور المنتج على مركز الانتاج الأول ونرمرز لها بالرمز ص_١ ، وتمثل المرحلة الثانية مرور المنتج على مركز الانتاج الثانى ، أو مركز الانتاج الثالث ، أو مركز الانتاج الرابع ونرمرز لها بالرمز ص_٢ وهكذا . وبحيث يمكن وضع الشكل رقم ١ / ٨ فى الصورة التالية (شكل رقم ٢ / ٨) .

شكل رقم ٢ / ٨ تتابع العمليات والمراحل لطرق الانتاج البديلة



ود عا نرمر بالرمز (ع) لمركز الانتاج اللاحق الذى يمكن الانتقال اليه من أى مركز انتاج سابق (س) فمثلا ع_١ يمكن الوصول اليها من س_١ أو من س_٢ ، كما أن ع_٢ يمكن الوصول اليها من س_٣ أو س_٤ وهكذا (أى أن ع تمثل مراكز الانتاج على رأس السهم بينما س تمثل مراكز الانتاج على ذيل السهم) .

وسنرمر لطريقة الانتاج المثلى (والذى يترتب عليها أقل التكاليف) بالبرمز [ي * ص (س)] حيث تعنى التكلفة المثلى (ي *) التى تنتج عن اتباع طريقة الانتاج المثلى من المرحلة (ص) الى العملية (أو مركز الانتاج) س . ومن ثم تتخذ العلاقة الحسابية لطريقة الحل العكسية الشكل الآتى :

$$ي^* \text{ ص (س) } = \frac{\text{أقل}}{ع} [ي (س ، ع) + ي^* \text{ ص (ع) }] \quad (١)$$

حيث ي (س ، ع) = ت_{س ، ع} .

ي^{*} (١٠) = صفر بالاغاق (حيث س_١ هي المخازن وليست من مراكز الانتاج)

ويترتب على ذلك أن ي^{*} (١) هي تكلفا انتاج وحدة واحدة من المنتج بالتبع

أفضل الطرق الصناعية . ودعنا نتوصل الى ذلك بالتبع العلاقة المبينة في المعادلة رقم (١):

$$(١) \text{ ي}^* (١٠) = \text{صفر بالاغاق}$$

$$(٢) \text{ ي}^* (٨) = \frac{\text{أقل}}{\text{ع}} = [\text{ي}^* (١٠) + (٨, ١)] = \text{صفر} + ٢٠٠ = ٢٠٠ \text{ جم}$$

$$(٣) \text{ ي}^* (٩) = \frac{\text{أقل}}{\text{ع}} = [\text{ي}^* (١٠) + (٩, ١)] = \text{صفر} + ١٠٠ = ١٠٠ \text{ جم}$$

$$(٤) \text{ ي}^* (٥) = \frac{\text{أقل}}{\text{ع}} = [\text{ي}^* (٨) + (٥, ٤)] = ٢٠٠ + ٤٠ = ٢٤٠ \text{ جم}$$

$$\text{أقل} = [(١٠٠ + ١٢٠) , (٢٠٠ + ٤٠)] = ٢٢٠ \text{ جم}$$

حيث ي (٨, ٥) = ٨٥ = ٤٠ + ٩٥ = ١٢٠

$$(٥) \text{ ي}^* (٦) = \frac{\text{أقل}}{\text{ع}} = [\text{ي}^* (٩) + (٦, ٤)] = ١٠٠ + ١٦٠ = ٢٦٠ \text{ جم}$$

$$\text{أقل} = [(١٠٠ + ١٠٠) , (٢٠٠ + ٨٠)] = ٢٠٠ \text{ جم}$$

$$(٦) \text{ ي}^* (٧) = \frac{\text{أقل}}{\text{ع}} = [\text{ي}^* (٦) + (٧, ١)] = ٢٦٠ + ١٠٠ = ٣٦٠ \text{ جم}$$

$$(٧) \text{ ي}^* (٢) = \frac{\text{أقل}}{\text{ع}} = [\text{ي}^* (٧) + (٢, ٥)] = ٣٦٠ + ١٠٠ = ٤٦٠ \text{ جم}$$

$$\text{أقل} = [(٢٦٠ + ١٠٠) , (٣٦٠ + ٢٠٠)] = ٣٦٠ \text{ جم}$$

$$(٨) \text{ ي}^* (٣) = \frac{\text{أقل}}{\text{ع}} = [\text{ي}^* (٢) + (٣, ٥)] = ٤٦٠ + ١٠٠ = ٥٦٠ \text{ جم}$$

$$\text{أقل} = [(٢٦٠ + ٣٦٠) , (٤٦٠ + ١٠٠)] = ٤٦٠ \text{ جم}$$

$$(٩) \text{ ي}^* (٤) = \frac{\text{أقل}}{\text{ع}} = [\text{ي}^* (٣) + (٤, ٥)] = ٥٦٠ + ١٠٠ = ٦٦٠ \text{ جم}$$

$$\text{أقل} = [(٤٦٠ + ٢٠٠) , (٦٦٠ + ١٠٠)] = ٦٦٠ \text{ جم}$$

$$(١٠) \text{ ي}^* (١) = \frac{\text{أقل}}{\text{ع}} = [\text{ي}^* (٤) + (١, ٤)] = ٦٦٠ + ١٠٠ = ٧٦٠ \text{ جم}$$

$$\text{أقل} = [(٧٦٠ + ١٠٠) , (٨٦٠ + ١٠٠)] = ٨٦٠ \text{ جم}$$

ويتلخص الحل السابق في الآتي :

الحل	السياسة المثلى للانتقال من مرحلة إلى أخرى
(١) $Y^* (10) = \text{صفر}$	(بالاغلاق)
(٢) $Y^* (8) = 200 \text{ جم}$	$10 \leftarrow 8$
(٣) $Y^* (9) = 100 \text{ جم}$	$10 \leftarrow 9$
(٤) $Y^* (5) = 220 \text{ جم}$	$10 \leftarrow 9 \leftarrow 5$
(٥) $Y^* (6) = 200 \text{ جم}$	$10 \leftarrow 9 \leftarrow 6$
(٦) $Y^* (7) = 260 \text{ جم}$	$10 \leftarrow 9 \leftarrow 7$
(٧) $Y^* (2) = 360 \text{ جم}$	$10 \leftarrow 9 \leftarrow 7 \leftarrow 2$
(٨) $Y^* (3) = 380 \text{ جم}$	$10 \leftarrow 9 \leftarrow 5 \leftarrow 3$
(٩) $Y^* (4) = 500 \text{ جم}$	$10 \leftarrow 9 \leftarrow 6 \leftarrow 4$
(١٠) $Y^* (1) = 480 \text{ جم}$	$10 \leftarrow 9 \leftarrow 5 \leftarrow 3 \leftarrow 1$

ولنعود الآن لشرح بعض المعادلات السابقة • وكيفية التوصل إلى قيمة كل منها •
 (١) $Y^* (10)$: وتعني التكلفة المثلى Y^* للانتقال من المرحلة (ص) وهي مرحلة التخزين إلى المركز (س) وهو المخزن وهي في هذه الحالة تساوي صفر =

(٢) $Y^* (8)$: وتعني التكلفة المثلى Y^* للانتقال من المرحلة (ص) إلى المركز (س) $1 = 8$ حيث 1 على رأس السهم عن طريق المرور على مركز الإنتاج (س) وتساوي : $10 + 10 = 200 + \text{صفر} = 200 \text{ جم}$
 (٥) $Y^* (6)$: وتعني التكلفة المثلى Y^* للانتقال من المرحلة (ص) إلى المركز (س) $1 = 6$ عن طريق :

أ - المرور على مركز الإنتاج (س) •
 ب - اتباع أفضل الطرق المؤدية من (س) إلى (س) خلال المرحلة (ص) وفي هذه الحالة تتكلف وحدة المنتج في س :

٨٠ جنيه إذا كانت سوف تمر على مركز الإنتاج س حيث تتكلف ٢٠٠ جنيه فسي طريقها إلى المخازن • وتصبح تكلفة الوحدة في س $8 + 10 = 280 \text{ جم}$ أو ١٠٠ جنيه إذا كانت سوف تمر على مركز الإنتاج س حيث تتكلف ١٠٠ جنيه في طريقها

الى المخازن • وتصبح تكلفة الوحدة في $s_7 + s_9 = 200$ جم •

ولا شك أنه من المفضل في هذه الحالة أن تمر وحدة المنتج على s_9 بدلا من s_8 حيث $(s_8 + s_{10}) < (s_7 + s_9)$ •

(١٠) y_1^* : وتعني التكلفة المثلى y_1^* للانتقال من المرحلة (١) الى المركز (١) عن طريق :

أ - المرور على مركز الانتاج (١) في طريقها الى المرحلة (٢) •
ب - اتباع أفضل الطرق المؤدية من المرحلة (٢) الى المركز (١) وفي هذه الحالة نفاضل بين :

$$\begin{aligned} t_1 + y_2^* &= 200 + 360 = 560 \text{ جم} \\ t_2 + y_3^* &= 100 + 380 = 480 \text{ جم} \\ t_3 + y_4^* &= 80 + 500 = 580 \text{ جم} \end{aligned}$$

وبذلك تكون أفضل الطرق هي :

$$\begin{aligned} \text{من } s_1 &\leftarrow s_3 \leftarrow s_5 \leftarrow s_9 \leftarrow s_{10} \\ &= 100 + 120 + 160 + 100 = 480 \text{ جم} \end{aligned}$$

ولا يختلف مضمون باقي المعادلات عن مضمون المعادلات التي قمنا بشرحها •

٢-٢- طريقة الحل الامامية The forward algorithm :

وتقتضى هذه الطريقة أن نبدأ بتقييم البدائل واتخاذ القرارات على مراحل متتالية على أن تكون نقطة البداية هي المرحلة الاولى بدلا من كونها المرحلة الاخيرة كما كان عليه الحال في الطريقة السابقة • وبذلك فنتخذ العلاقة الحسابية The recursion relation لهذه الطريقة الشكل الآتي :

$$y_s^* = \min_e [y_{s,e} + y_{e+1}^*] \quad (2)$$

حيث : $y_{s,e} = t_s$ لكل s في المرحلة $s+1$ ،

e ترمز لمركز الانتاج في المرحلة s ، s ترمز لمركز الانتاج في المرحلة التالية

للمرحلة s (أى في المرحلة $s+1$) ،

$y_1^* = 0$ (صفر) بالاثاق •

ويتربط على ذلك أن Y^* (١٠) في المثال تحت البحث تمثل التكلفة المثلى التي
تتربط على اتباع طريقة الانتاج المثلى من مركز الانتاج الأول في المرحلة الاولى الى مركز
الانتاج العاشر خلال المرحلة الرابعة .

وسنبين الآن اجراءات تطبيق هذه الطريقة عن طريق استخدامها للتوصل الى حل
المثال السابق :

(١) Y^* صفر (١) = هـفر (بالاغلاق : حيث لا توجد تكلفة بين المرحلة صفر و ١)

$$(٢) \quad Y^*_1 (٢) = \frac{\text{أقل}}{E=1} [Y^*_1 (١) + (٢, ١)] = \text{ت}_١ + \text{ت}_٢ = ٢٠٠ + \text{صفر} = ٢٠٠ \text{ جم} \quad ٢ \leftarrow ١$$

$$(٣) \quad Y^*_1 (٣) = \frac{\text{أقل}}{E=1} [Y^*_1 (١) + (٣, ١)] = \text{ت}_١ + \text{ت}_٣ = ١٠٠ + \text{صفر} = ١٠٠ \text{ جم} \quad ٣ \leftarrow ١$$

$$(٤) \quad Y^*_1 (٤) = \frac{\text{أقل}}{E=1} [Y^*_1 (١) + (٤, ١)] = \text{ت}_١ + \text{ت}_٤ = ٨٠ + \text{صفر} = ٨٠ \text{ جم} \quad ٤ \leftarrow ١$$

$$(٥) \quad Y^*_2 (٥) = \frac{\text{أقل}}{E=2} [Y^*_1 (٤) + (٥, ٤)] = \text{أقل} [(٢٠٠ + ٢٠٠) \text{ أو } (١٠٠ + ١٦٠)] = ٢٦٠ \text{ جم} \quad ٥ \leftarrow ٣ \leftarrow ١$$

$$(٦) \quad Y^*_2 (٦) = \frac{\text{أقل}}{E=2} [Y^*_1 (٤) + (٦, ٤)] = \text{أقل} [(١٠٠ + ٢٠٠) \text{ أو } (٨٠ + ٣٠٠)] = ٣٠٠ \text{ جم} \quad ٦ \leftarrow ٣ \leftarrow ١$$

$$(٧) \quad Y^*_2 (٧) = \frac{\text{أقل}}{E=2} [Y^*_1 (٤) + (٧, ٤)] = \text{أقل} [(٢٠٠ + ١٠٠) \text{ أو } (١٠٠ + ٣٠٠) \text{ أو } (٨٠ + ٣٦٠)] = ٣٠٠ \text{ جم} \quad ٧ \leftarrow ٣ \leftarrow ١$$

$$(٨) \quad Y^*_3 (٨) = \frac{\text{أقل}}{E=3} [Y^*_2 (٥) + (٨, ٥)] = \text{أقل} [(٢٦٠ + ٤٠) \text{ أو } (٣٠٠ + ٨٠)] = ٣٠٠ \text{ جم} \quad ٨ \leftarrow ٥ \leftarrow ٣ \leftarrow ١$$

$$(٩) \quad Y^*_3 (٩) = \frac{\text{أقل}}{E=3} [Y^*_2 (٥) + (٩, ٥)] = \text{أقل} [(٢٦٠ + ١٢٠) \text{ أو } (٣٠٠ + ١٠٠) \text{ أو } (٣٠٠ + ١٦٠)] = ٣٨٠ \text{ جم} \quad ٩ \leftarrow ٥ \leftarrow ٣ \leftarrow ١$$

$$(10) \quad y_1^* = \frac{\text{أقل}}{9.8} = [y_4(ع, 10) + y_3^*(ع)] = \text{أقل} = [(300+200) \text{ أو } (380+100)] = 80 \text{ جم} \quad 1 \leftarrow 3 \leftarrow 5 \leftarrow 9 \leftarrow 10$$

وهو الحل الأمثل للمشكلة كما توصلنا اليه بالطريقة السابقة وكما توصلنا اليه بالطريقة الحسابية المباشرة .

لاحظ أننا قد حاولنا وضع حل المشكلة طبقا لكل من الطريقة الأمامية والطريقة العكسية بشكل يسمح باستخدام الحاسب الالكترونى لحلها . كما أننا لم نتعرض للصيغة الرياضية التى يتخذها النموذج العام للبرمجة الديناميكية حيث نرجى ذلك الى نهاية الفصل .

هذا وقد يتساءل القارىء عند هذه النقطة من الفائدة التى يمكن أن تعود علينا من استخدام العلاقات الحسابية الخاصة بنماذج البرمجة الديناميكية بدلا من استخدام الطريقة الحسابية المباشرة . والواقع أن استخدام العلاقات الحسابية الخاصة بنماذج البرمجة الديناميكية يحقق وفورات كبيرة جدا فى عدد العمليات الحسابية التى يلزم القيام بها للتوصل الى الحل بالطريقة الحسابية المباشرة (أى حصر وتعداد كل البدائل وحساب تكلفة كل منها) . وصحيح أن هذه الوفورات لا تظهر فى المشكلة تحت البحث بصورة واضحة وذلك لأننا التزمنا بالبساطة المتناهية فى تصميمها لأغراض بيان العلاقات الأساسية غير أنه كلما زادت المشكلة تعقيدا وتعددت عدد المراحل المكونة لها وزاد عدد المتغيرات التى تتضمنها كل مرحلة كلما أصبحت القيمة الاقتصادية للوفورات المترتبة على اتباع نماذج البرمجة الديناميكية بدلا من الطريقة الحسابية المباشرة كبيرة . وسنعطى مثال لذلك فى نهاية هذا الفصل عندما نضع الصورة الرياضية العامة لنموذج البرمجة الديناميكية .

٣- استخدام البرمجة الديناميكية فى تخصيص الموارد المتاحة لأوجه الاستثمار المختلفة :

افترض أننا نرغب فى تخصيص أحد الموارد الاقتصادية للنادرة الى عدة أنشطة اقتصادية مختلفة حيث يحقق كل نشاط منها فائد محدده مقابل كل كمية من الموارد يتم تخصيصها له . وقد يكون المورد الاقتصادى النادر الذى يرغب فى تخصيصه عبارة عن رأى مال نقدي أو رأس مال عيني أو أرض أو عمل مدبر أو أى مورد آخر يتمف بالنسبة

الاقتصادية • كما أنه يمكن قياس العائد بقدا أو على أساس عيني أو حتى على أساس المنفعة التي يتوقع الحصول عليها منه ، وسنفترض ما يأتي لأغراض التحليل التالي •

١- أن العائد المتوقع من كل نشاط من الأنشطة يتحدد بصفة مستقلة عن مقدار الموارد التي يتم تخصيصها إلى الأنشطة الأخرى • بمعنى أنه ليس من الضروري أن تكون دالة العائد من نشاط معين خطية بالنسبة للموارد التي يتم تخصيصها إلى هذا النشاط ، وإنما يتحتم أن لا يكون أحد متغيرات هذه الدالة أو بعضها متوقف بصورة مباشرة أو غير مباشرة على مقدار الموارد التي يتم تخصيصها للأنشطة الأخرى (بمعنى عدم وجود وفورات خارجية بين الأنشطة المختلفة سواء كانت هذه الوفورات موجبة أو سالبة) •

٢- أن العائد المتوقع من كل الأنشطة يتم قياسه بوحدة قياس موحدة ، وبصرف النظر عن خصائصها أو طبيعتها •

فإذا ما أعطينا مقدار محدد (ب) من المورد المرغوب في تخصيصه للأنشطة المختلفة (س) والذي يبلغ عددها (ن) فإن دالة العائد الكلي (ي) تتخذ الشكل الآتي :

$$ي = ي_1 (س_1) + ي_2 (س_2) + \dots + ي_n (س_n) = \sum_{i=1}^n ي_i (س_i) \quad (1)$$

حيث : صفر $\leq س \leq ب$ ، (٢)

$$\sum_{i=1}^n س_i = س \quad (3) \quad ب = س_n + \dots + س_2 + س_1$$

وبالتالي يصبح الهدف هو إيجاد الحد الأقصى للدالة (١) في ظل المحددين (٢) ، (٣) ، فإذا اتبعنا طريقة الحل الإمامية لحل المشكلة فإننا نحدد العلاقات الحسابية التالية :

$$\begin{aligned} & ي^*_{صفر} (س) = صفر ، صفر \leq س \leq ب \\ & ي^*_1 (س) = \frac{\text{أكبر}}{\text{صفر} \leq س_1 \leq ب} [ي_1 (س_1) + ي^*_{صفر} (س - س_1)] \\ & ي^*_2 (س) = \frac{\text{أكبر}}{\text{صفر} \leq س_2 \leq ب} [ي_2 (س_2) + ي^*_1 (س - س_2)] \end{aligned}$$

وبصورة عامة :

$$ي^*(س) = \frac{\text{أكبر صفر } س \geq ب}{[ي(س) + ي^*(س-١)]} \quad (٤)$$

حيث: $و = ١, ٢, ٠٠٠, ن$

$$ي^*(صفر(س)) = صفر$$

ومعنى ذلك أنه إذا ما خصصنا جزء من المورد [ب) س] للنشاط س فإن الجزء المتبقى (س - س) يجب أن يتم تخصيصه بطريقة مثالية على بقية الأنشطة س-١، س-٢، ٠٠٠، س بحيث يتحقق أكبر قدر ممكن من العائد $ي^*$.

ولنأخذ مثالا رقميا لبيان كيفية استخدام البرمجة الديناميكية في هذه الحالة .

أفترض أن قيمة ب = ٥، أى أن الكمية المتاحة من المورد المعين تساوى ٥ وحدات (٥ مليون جنيه مثلا حيث الوحدة هي مليون جنيه) وأن هذه الوحدات لا تقبل التجزئة . وافترض أيضا أن هذا المورد يمكن تخصيصه على ثلاثة أنشطة مختلفة، والتي يمكن التعبير عن دوال العائد على كل منها بالآتى :

س	ي _١ (س)	ي _٢ (س)	ي _٣ (س)
صفر	صفر	صفر	صفر
١	١٦	٤	٢٠
٢	٢٠	٨	٣٠
٣	٢٤	٢٠	٣٨
٤	٣٢	٣٠	٤٠
٥	٤٤	٥٦	٤٤

لاحظ أن دوال العائد (ي_١) الخاصة بكل من الأنشطة الثلاثة غير خطية ، كما أننا افترضنا عدم قابلية وحدات (ب) للتجزئة ومن ثم يصبح من غير الممكن استخدام نماذج البرمجة الخطية لإيجاد البرنامج الأمثل لتخصيص قيمة (ب) على أوجه الاستثمار المختلفة . فى حين أنه يمكن استخدام نماذج البرمجة الديناميكية للتوصل الى الحل الأمثل للمشكلة .

ولاشك أن محاولة حصر كل البدائل الممكنة في هذه الحالة لأغراض تقييمها واختيار الأفضل منها بالطريقة الحسابية المباشرة تصبح أمرا صعبا وقد لا تخلو من الخطأ (١).

وباستخدام المعادلة رقم (٤) السابق بيانها يمكن احتساب Y_1^* (س) كما يظهر في الجدول التالي وذلك على اعتبار أن س = صفر ١، ٢، ٣، ٤، ٥ على التوالي وعلى اعتبار أن Y_1^* صفر (س) = صفر ٠.

(جدول رقم ٨ - ١) جدول المرحلة الأولى

$$Y_1^* (س) = \frac{\text{أكبر}}{٥} [Y_1 (س) + Y_1^* (س - ١)]$$

س	١ = س	٢ = س	٣ = س	٤ = س	٥ = س	$Y_1^* (س)$	س
صفر	٠					٠	٠
١	٠	١٦				١٦	١
٢	٠	١٦	٢٠			٢٠	٢
٣	٠	١٦	٢٠	٢٤		٢٤	٣
٤	٠	١٦	٢٠	٢٤	٣٢	٣٢	٤
٥	٠	١٦	٢٠	٢٤	٣٢	٤٤	٥

لاحظ أن العمود الأول يمثل عدد الوحدات من المورد (ب) المتاحة للاستغلال في كل من النشاط (س١) والنشاط (س٢)، ويمثل العمود الثاني العائد المتوقع من استثمار الفائض من (ب) في النشاط (س٢) بعد خصم عدد الوحدات التي تم استثمارها

(١) عدد السياسات البديلة التي يمكن اتباعها تخصيص قيمة ب على أوجه استثمار المختلفة هو ٢١ سياسة تكون القيمة المخصصة لكل من الأنشطة س١، س٢، س٣ في كل منها على التوالي كالآتي: (٠، ٥٠، ٥٠)، (٥، ٤٠، ٥٠)، (١، ٤٠، ٥٠)، (٢، ٣٠، ٥٠)، (٣، ٢٠، ٥٠)، (٤، ١٠، ٥٠)، (٥، ٠، ٥٠)، (٠، ٥٠، ٤٠)، (١، ٤٠، ٤٠)، (٢، ٣٠، ٤٠)، (٣، ٢٠، ٤٠)، (٤، ١٠، ٤٠)، (٥، ٠، ٤٠)، (٠، ٥٠، ٣٠)، (١، ٤٠، ٣٠)، (٢، ٣٠، ٣٠)، (٣، ٢٠، ٣٠)، (٤، ١٠، ٣٠)، (٥، ٠، ٣٠)، (٠، ٥٠، ٢٠)، (١، ٤٠، ٢٠)، (٢، ٣٠، ٢٠)، (٣، ٢٠، ٢٠)، (٤، ١٠، ٢٠)، (٥، ٠، ٢٠)، (٠، ٥٠، ١٠)، (١، ٤٠، ١٠)، (٢، ٣٠، ١٠)، (٣، ٢٠، ١٠)، (٤، ١٠، ١٠)، (٥، ٠، ١٠)، (٠، ٥٠، ٠)، (١، ٤٠، ٠)، (٢، ٣٠، ٠)، (٣، ٢٠، ٠)، (٤، ١٠، ٠)، (٥، ٠، ٠).

فى النشاط (س) وتعمل الارقام الواردة فى الاعمدة من ٣-٧ العائد المتوقع من استغلال عدد الوحدات المتاحة (س) من المورد (ب) فى كل من النشاط (س_١) والنشاط السابق له وهو فى هذه الحالى (س_٠) ويبين العمود الثامن العائد الأمل المتوقع الحصول عليه من النشاط (س_١) عندما يكون مستوى النشاط س_١ كما هو مبين فى العمود التاسع مقدرا بعدد الوحدات المتاحة للاستثمار فيه (س) من المورد (ب) .

وتكون مهمتنا التالية تقديم النشاط (س_٢) فى الحل وذلك عن طريق احتساب
$$Y_2^* (س) = \frac{\text{أكبر}}{[Y_2 (س) + Y_1^* (س - س_2)]} \geq ٥$$

ويوضح الجدول التالى كيفية التوصل الى $Y_2^* (س)$.

جدول المرحلة الثانية

جدول (٨ / ٢)

$Y_2^* (س)$

س	س _٢ = ٠	س _٢ = ١	س _٢ = ٢	س _٢ = ٣	س _٢ = ٤	س _٢ = ٥	$Y_2^* (س)$	س _١	س _٢
٠	٠						٠	٠	٠
١	١٦						١٦	١	٠
٢	٢٠	٨					٢٠	٢	٠
٣	٢٤	٢٤	٢٤	٢٠			٢٤	٣	٠
٤	٣٢	٢٨	٢٨	٣٦	٣٠		٣٦	١	٣
٥	٤٤	٣٦	٣٢	٤٠	٤٦	٥٦	٥٦	٠	٥

ويمكن توضيح البيانات الواردة فى الجدول كالاتى :

العمود الأول : يبين عدد الوحدات المتاحة للاستغلال (س) من المورد (ب) .
العمود الثانى : يبين العائد المتوقع الحصول عليه من استغلال عدد الوحدات المتاحة من المورد (ب) فى الأنشطة السابقة س_٠ ، س_١ كما يظهرها الجدول السابق (جدول المرحلة الاولى) . أى أن متجه العمود ١ س_٢ = ٠ يساوى متجه العمود $[Y_1^* (س)]$.

العمود الثالث : يبين العائد المتوقع من استغلال عدد الوحدات المتاحة (س) من المورد (ب) على أساس تخصيص وحدة واحدة منها للنشاط س_١ والباقي للأنشطة السابقة السابقة بصورة مثالية :

فإذا كان عدد الوحدات المتاحة = ٤ وحدات مثلاً فإن استغلال وحدة منها في س_١ يحقق عائد قدره ٤ واستغلال الوحدات الثلاث الباقية في الأنشطة السابقة (س_١ ، س_٢) يحقق عائد قدره ٢٤ ويكون العائد الكلي ٢٨ .

الأمثلة الثلاثة الأخيرة : تمثل التوزيع الأمثل لعدد الوحدات المتاحة (س) من المورد (ب) على الأنشطة (س_١ ، س_٢) بحيث يتحقق أكبر عائد ممكن ي_١ (س) . فإذا كان عدد الوحدات المتاحة من ب = ٤ وحدات مثلاً وكانت الأنشطة المتاحة لاستغلالها هي س_١ ، س_٢ فإن توزيعها الأمثل على هذه الأنشطة بحيث تحقق أكبر عائد ممكن قدره ٣٦ يكون عن طريق تخصيص وحدة واحدة للنشاط س_١ ، ثلاث وحدات للنشاط س_٢ . بينما لو زاد عدد الوحدات المتاحة من (ب) إلى ٥ وحدات فإن تخصيصها كلها للنشاط س_٢ سيحقق أكبر عائد ممكن (٥٦) .

وتكون مهمتنا التالية والآخرى هي تقديم س_٣ وذلك عن طريق احتساب :

$$ي^*_{٣} (س) = \frac{\text{أكبر}}{٥ \leq س \leq ٥} [ي^*_{٣} (س) + ي^*_{٢} (س - س)]$$

ويوضح الجدول التالي كيفية التوصل إلى ي_٣ (س) .

جدول رقم ٨ - ٣) جدول المرحلة الثالثة

ي_٣ (س)

س	س = ٠	س = ١	س = ٢	س = ٣	س = ٤	س = ٥	س ⁺ (س)	س _١	س _٢	س _٣
٠	٠						٠	٠	٠	٠
١	١٦	(٢٠)					٢٠	٠	٠	١
٢	٢٠	(٣٦)	٣٠				٣٦	١	٠	١
٣	٢٤	٤٠	(٤٦)	٣٨			٤٦	١	٠	٢
٤	٣٦	٤٤	٥٠	(٥٤)	٤٠		٥٤	١	٠	٢
٥	٥٦	٥٦	٥٤	(٥٨)	٥٦	٤٤	٥٨	٢	٠	٣

وبترتب على ذلك أنه إذا كان مقدار الموارد المتاحة ب = ٥ وحدات فإن الأمر يقتضى تخصيص وحدتان منها للنشاط س_١، ثلاث وحدات للنشاط س_٢، لا شئ للنشاط س_٣ حتى يتحقق أكبر عائد ممكن وقدره ٥٨ .

٣-١- مزايا أسلوب البرمجة الديناميكية :

يترتب على اتباع أسلوب البرمجة الديناميكية لتخصيص الموارد الاقتصادية فى حالة عدم إمكانية استخدام أساليب البرمجة الأخرى المزايا الآتية :

١- تحقيق وفورات كبيرة فى الوقت والتكلفة اللازمة لاجراء العمليات الحسابية التى قد يتطلبها تحديد البدائل وتقويم كل منها بالطريقة الحسابية المباشرة .

٢- يترتب على اتباع أسلوب البرمجة الديناميكية توفير بيانات اضافية تمكن المخطط من تقويم مجموعة البدائل الفرعية التى قد تترتب على المشكلة الأصلية أو تؤثر فيها . فمن جدول المرحلة الثالثة فى المثال السابق مثلاً يمكن الحصول على المعلومات الآتية وذلك بالإضافة الى الحل الأمثل للمشكلة .

أ - إذا ما تسببت ظروف خارجة هى ارادة المخطط فى تخفيض قيمة الموارد المتاحة من ٥ مليون جينه مثلاً الى ٤ مليون فإن جدول المرحلة الثالثة يوضح أن برنامج التخصيص الأمثل فى هذه الحالة يقتضى تخصيص وحدة واحدة للنشاط س_١، ٣ وحدات للنشاط س_٢ ليكون مقدار العائد الأمثل المتوقع الحصول عليه ٥٤ بدلاً من ٥٨ . كما أنه إذا انخفضت الموارد المتاحة الى ثلاث وحدات يكون التخصيص الأمثل : س_١ = ١ ، س_٢ - صفر ، س_٣ = ٢ ليكون العائد الأمثل ٤٦ . وهكذا .

ب - أنه فى حالة وجود النشاط س_٣ فإن النشاط س_٢ يجب أن لا يخصص اليه أى شئ على الإطلاق مهما انخفض مقدار الموارد المتاحة .

ج - أنه فى حالة عدم وجود النشاط س_٢ يصبح النشاط س_٢ مربحاً إذا كانت $٤ \geq س \geq ب$.

٣- تساعد البيانات الناتجة عن اتباع أسلوب البرمجة الديناميكية هموماً فى تسهيل اجراء اختبارات على النموذج الخاص بالمشكلة الأصلية لاكتشاف مدى حساسية الحل

الأمثل للتغيرات المحتملة في كل من متغيرات ومؤشرات النموذج وأثر كل من هـنـذه التغيرات على القيمة المثلـى لدالة الهدف .

٤- كلما زاد عدد متغيرات النموذج وكلما زادت عدد وحدات الموارد المتاحة [وذلك إما عن طريق قابليتها للتجزئة أو إضافة وحدات جديدة أو استخدام وحدة قياس أقل في القيمة (١٠٠ ألف جنيه بدلا من مليون جنيه مثلا)] كلما أصبحت تكلفة جدولة الحل الأمثل على مراحلـه المختلفة باهظة . غير أنه في هذه الحالة يمكن اتباع بعض أساليب التقريب بالاشتراك مع العلاقات الحسابية للبرمجة الديناميكية لتخفيض عدد المتغيرات أو لادماج عدد وحدات الموارد بما يسمح بتخفيض تكلفة الحصول على حل يقرب من الحل الأمثل الى الحد المعقول .

٤- مثال عن تعدد الموارد :

افترض أننا رغبنا في تخصيص الكمية المتاحة س_١ ، س_٢ من موردين ب_١ ، ب_٢ لعدة أنشطة و = ١ ، ٢ ، ٣ بحيث يتحقق أكبر عائد ممكن كالآتي :

$$\begin{aligned} \text{مظم : } & \text{و (س}_1 \text{ و س}_2 \text{)}^* \\ \text{في ظل : } & \sum_{i=1}^3 \frac{c_i}{a_{ij}} \text{ س}_i = \text{ب}_j = 4 \\ & \sum_{i=1}^3 \frac{c_i}{a_{ij}} \text{ س}_i = \text{ب}_j = 3 \end{aligned}$$

هذا وقد كانت دالة العائد المتوقع من كل من الأنشطة الثلاثة أو (المشروعات الثلاثة) في ظل توافر الكميات المختلفة من كل من الموردين لكل منها كالآتي (بفرض أن وحدات الموارد غير قابلة للتجزئة) .

س _١ و، س _٢ و	ي _١ (س _{١١} ، س _{١٢})	ي _٢ (س _{٢١} ، س _{٢٢})	ي _٣ (س _{٣١} ، س _{٣٢})
٠، ٠	٠	٠	٠
٠، ١	٤	٢	٢
٠، ٢	٨	٤	٦
٠، ٣	١٢	٦	٨
٠، ٤	١٦	٨	١٠
١، ٠	٢	٨	٢
١، ١	٦	١٠	١٠
١، ٢	١٢	١٢	١٦
١، ٣	١٨	١٤	٢٠
١، ٤	٢٤	١٦	٢٤
٢، ٠	٤	١٦	٤
٢، ١	١٢	١٨	١٦
٢، ٢	١٨	٢٠	٢٤
٢، ٣	٢٤	٢٢	٣٠
٢، ٤	٣٠	٢٤	٣٢
٣، ٠	٦	٢٤	١٠
٣، ١	١٤	٢٦	٢٠
٣، ٢	٢٠	٢٨	٢٨
٣، ٣	٢٦	٣٠	٣٦
٣، ٤	٣٢	٣٢	٤٠

وبذلك تكون العلاقة الحسابية لنموذج البرمجة الديناميكية على أساس طريقة الحل الامامية كالآتي :

$$ي^* (س_١و، س_٢و) = \frac{\text{اكبر}}{\begin{cases} ٤ \geq س_١و \geq ٠ \\ ٣ \geq س_٢و \geq ٠ \end{cases}} [ي (س_١و، س_٢و) + ي^* (س_١و - ١، س_٢و - ٢)]$$

وباستخدام هذه العلاقة عندما تكون و = ١ نحصل على جدول المرحلة الاولى كما هو مبين في الجدول رقم (٨-٤) .
وباستخدام نفس العلاقة عندما تكون و = ٢ نحصل على جدول المرحلة الثانية كما هو مبين في الجدول رقم (٨-٥) .

وأخيرا للتوصل الى الحل الأمثل عن طريق استخدام العلاقة السابقة عندما تكون و = ٣ لنحصل على الحل المبين في الجدول رقم (٨/٦) .

ويحتاج الحل الأمثل توزيع الموارد المتاحة من كل من س_١ ، س_٢ على الأنشطة الثلاثة كالآتي :

- النشاط الأول : وحدة واحدة من س_١ ،
- النشاط الثاني : وحدة واحدة من س_٢ ،
- النشاط الثالث : ثلاث وحدات من س_١ ، وحدتان من س_٢ .

ويكون اجمالي العائد المتوقع من هذا التوزيع هو ٤٢ وحدة وتمثل العائد الأمثل في ظل الظروف السائدة .

٥ - نموذج المخزون الديناميكي وأساليب البرمجة الديناميكية :

إذا كان اجمالي الطلب المتوقع على منتج معين خلال فترة زمنية مقبلة يبلغ (ك) وحدة ، وإذا كانت التكاليف اللازمة للحصول على طلبية واحدة من المنتج من مصدر انتاجه هي (أ) جنيه وذلك بصرف النظر عن حجم الطلبية (س) ، وكانت تكلفة الطلبية المتغيرة للوحدة الواحدة هي (ب) ، وكانت تكلفة حيازة وحدة واحدة من المنتج في المخزون للفترة هي (ت) ، فإن التكاليف الكلية (ص) عن الفترة تصبح كالآتي :

$$ص = أ \left(\frac{ك}{س} \right) + ب ك + ت \left(\frac{س}{٢} \right) .$$

ومن ثم يكون الحجم الأمثل للطلبية ، والذي يترتب عليه تخفيض تكلفة المخزون إلى أقل حد ممكن هو عندما تكون المشتقة الأولى للمتغير (ص) بالنسبة للمتغير (س) = صفر^(١) ،

$$\text{أي : } \frac{د ص}{د س} = ١ - ك س - \frac{ت}{٢} = \text{صفر}$$

$$\text{أي عندما يكون حجم الطلبية } س = \sqrt{\frac{٢ ك ت}{ب}}$$

ومن ثم يكون العدد الأمثل للطلبات مساويا $\frac{ك}{س}$

غير أن هذا النموذج للمخزون يعتبر نموذج ساكن ولا يأخذ عامل الزمن في الاعتبار مما قد يترتب عليه أن النتيجة التي نتوصل إليها تصبح غير دقيقة ، وخاصة إذا كان لعامل الزمن تأثير ملموس على متغيرات النموذج .

(١) وذلك على اعتبار أن اختبار المشتقة الثانية يثبت ذلك .

جدول المرحلة الأولى (١ - ٤)

[illegible]

جدول رقم ٨ - ٥
جدول المرحلة الثانية (ي ٢) من ٢١ - ٢٢

البيانات الأولية للبريد		م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م	ن	م
-------------------------	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

جدول رقم ١ : ٢ - ٦
جدول المرحلة الثالثة : ي ٣ (٤٠٠ + ٣٥٠)

[illegible]

الحلقة : تعدد الدوائر في نفس المعنى وجود أكثر من سياسة بدلية تؤدي الى نفس الغايات .

ولتفادى ذلك لقصور فى النموذج الساكن للمخزون سنحاول الآن أن نتعرض لاحـد نماذج المخزون الديناميكية واستخدام أسلوب البرمجة الديناميكية للتوصل الى برنامج التخزين الأمثل .

افترض أن الطلب (ك و) على منتج معين فى الفترة الزمنية (و) يحدث فى مدى وحدات زمنية محددة عندما تكون $w = 1, 2, 3, \dots, n$.

وبالإضافة الى ذلك افترض أيضا أن الكمية الموجودة فعلا فى المخزون من المنتج المعين فى اللحظة (و) تكون إما مساويا للصفر أو تكون كافية للوفاء بالطلب على المنتج على مدى عدة وحدات زمنية مقبلة (هـ) . ومعنى آخر فإنه يمكن أن يتوافر أحد حالتين فى اللحظة (و)؛ أما أن يكون عدد الوحدات الموجودة بالمخزون فى هذه اللحظة كاف للوفاء بالطلب المتوقع فى وحدات الزمن $w = 1, 2, 3, \dots, w + 3, \dots, w + h$ وأما أن يتم شراء عدد من الوحدات (أو إنتاجها) فى (و) يكفى للوفاء بالطلب المتوقع . ويتوقف مدى الفترة الزمنية (هـ) على القرار الخاص بتحديد مدى الشراء مقدما قبل توقع حدوث الطلب .

والهدف فى هذه الحالة هو تحديد سياسة الشراء والتخزين التى تؤدى الى أقل التكاليف الممكنة وبشرط الوفاء باحتياجات الطلب المتوقع على مدار الفترة الزمنية التى يتوقع أن يتم حدوثها فيها . وسوف نستخدم الرموز الآتية لشرح نموذج المخزون الذى يحقق هذا الغرض :

أ = التكلفة الثابتة للطلبية أو التشغيلية فى وحدة الزمن (و) .
 ب = التكلفة المتغيرة لوحدة المنتج فى الطلبية أو فى التشغيلية فى وحدة الزمن (و) .
 س = عدد الوحدات التى يتم شرائها أو إنتاجها فى وحدة الزمن (و) .
 ت = تكلفة حيازة وحدة واحدة فى المخزون للفترة من (و) الى (و + ١) .

وسنفترض عدم وجود تكلفة حيازة للمشتريات أو الانتاج الذى يتم فى وحدة الزمن (و + ١) للوفاء بالطلب المتوقع فى وحدة الزمن و .

ويجب مراعاة أن مدى الفترة $w = 1$ السى $w = n$ يؤثر فى حجم الطلبية الأمثل .

افترض الآن أن عناصر النموذج كانت كالآتي :

= و	٠	١	٢	٣	٤	٥
ك و :	٠	٤	١٢	١٦	٢٠	١٢
أ و :	٢٠	٤٠	٣٠	٤٠	٢٤	
ب و :	٨	٤	٢٠	٨	١٦	
ت و :		١٦	٤	٨	٢٢	

حيث يمثل الصف (ك و) الطلب الشهري على المنتج لمدة الستة أشهر القادمة من يناير (و = ٠) الى يونيو (و = ٥) .

وبفرض عدم وجود مخزون في شهر يناير وأن سياسة التخزين تقتضى عدم وجود مخزون في نهاية شهر يونيو ، فإنه يمكننا حل المشكلة كالآتي :

١- أنه في حالة عدم وجود مخزون في أى من الأشهر الستة فإنه يمكن شراء (أو إنتاج) ما يلزم للوفاء بالطلب المتوقع في أى مجموعة من الأشهر التالية . أى أنه في شهر يناير يمكن شراء أو إنتاج ما يلزم بالوفاء بالطلب المتوقع في الخمسة أشهر التالية ، أو الثلاثة أشهر التالية ، أو الشهرين التاليين ، أو الشهر التالي . وأنه في حالة عدم وجود مخزون في شهر فبراير (أى أن مشتريات يناير أو إنتاج يناير كان مجرد كافيا للوفاء بالطلب المتوقع في شهر فبراير) فإنه يمكن شراء أو إنتاج عدد من الوحدات في فبراير تكفى للطلب المتوقع خلال الأربعة أشهر القادمة ، أو الثلاثة أشهر القادمة ، أو ... وهكذا .

هذا وسنقوم بتعريف تكلفة المخزون للوحدة التى يتم شرائها في الشهر (ص) لأغراض الوفاء بالطلب المتوقع في الشهر (ع) بالرمز (ت ص ع) . وبالتالى يمكن احتساب (ت ص ع) في كل مرحلة (ص) بالنسبة لكل المراحل التالية (ع) باستخدام المعادلة الآتية (باعتبار أن كل شهر من الأشهر الستة يمثل مرحلة لأغراض نموذج البرمجة الديناميكية) :

$$ت ص ع = أ ص + ب ص + \sum_{ر=١}^{ع} ك و + \sum_{و=١}^{١-ع} \frac{١-ع}{١+و} + \sum_{ن=١}^{ع} \frac{ع}{١+و} ت و ك ن$$

فمثلا :

لأنها تكون في العادة أكثر كفاءة عن الطريقة الأمامية (لحل المشكلة • وهي في هـ... هذه الحالة كالآتي :

$$ي^*(ص) = \frac{\text{أقل}}{ع} [ي (ص، ع) + ي^*(ع)] ،$$

$$\text{حيث } ي (ص، ع) = ت_{ص ع} ،$$

حيث $ي^*(٥) = \text{صفر}$ في هذه الحالة (حيث لا يوجد مخزون في شهر يونيو)
وعلى ذلك تكون خطوات الحل كالآتي :

$$(١) ي^*(٤) = \frac{\text{أقل}}{ع=٥} [ي (٥، ٤) + ي^*(٥)]$$

$$= ٢١٦ + \text{صفر} = ٢١٦ \text{ جم} \quad ٥ \leftarrow ٤$$

$$(٢) ي^*(٣) = \frac{\text{أقل}}{ع=٥، ٤} [ي (٣، ٤) + ي^*(٤)]$$

$$= \text{أقل} [(٢١٦ + ٢٠٠) \text{ أو } (٥٦٠ + \text{صفر})]$$

$$= ٤١٦ \text{ جم} \quad ٤ \leftarrow ٣$$

$$(٣) ي^*(٢) = \frac{\text{أقل}}{ع=٥، ٤، ٣} [ي (٢، ٣) + ي^*(٣)]$$

$$= \text{أقل} [(٣٢٠ + ي^*(٣)) \text{ أو } (٤٢٠ + ي^*(٤)) \text{ أو } (٥٢٠ + ي^*(٥))]$$

$$= \text{أقل} [(٤١٦ + ٣٥٠) \text{ أو } (٢١٦ + ١١٠) \text{ أو } (١٥١٠ + \text{صفر})]$$

$$= ٧٦٦ \text{ جم} \quad ٤ \leftarrow ٣ \leftarrow ٢$$

$$(٤) ي^*(١) = \frac{\text{أقل}}{ع=٥، ٤، ٣، ٢} [ي (١، ٢) + ي^*(٢)]$$

$$= \text{أقل} [(٢١٠ + ي^*(٢)) \text{ أو } (٣١٠ + ي^*(٣)) \text{ أو } (٤١٠ + ي^*(٤)) \text{ أو } (٥١٠ + ي^*(٥))]$$

$$= \text{أقل} [(٧٦٦ + ٨٨) \text{ أو } (٤١٦ + ٢١٦) \text{ أو } (٥٣٦ + ٢١٦) \text{ أو } (١٩٢ + \text{صفر})]$$

$$= ٦٣٢ \text{ جم} \quad ٤ \leftarrow ٣ \leftarrow ٢ \leftarrow ١$$

$$(٥) ي^*(٥) = \frac{\text{أقل}}{ع=٥، ٤، ٣، ٢، ١} [ي (٥، ١) + ي^*(١)]$$

$$= \text{أقل} [(١٠٠ + ي^*(١)) \text{ أو } (٢٠٠ + ي^*(٢)) \text{ أو } (٣٠٠ + ي^*(٣)) \text{ أو } (٤٠٠ + ي^*(٤)) \text{ أو } (٥٠٠ + ي^*(٥))]$$

$$= \text{أقل } [(٥٢ + ٦٣٢) \text{ أو } (٣٤٠ + ٧٦٦) \text{ أو } (٧٨٨ + ٤١٦)]$$

$$[(١٥٠٨ + ٢١٦) \text{ أو } (٢٢٠٤ + \text{صفر})]$$

$$= ٦٨٤ \text{ جم} \quad ٠ \leftarrow ١ \leftarrow ٣ \leftarrow ٤$$

ويتطلب على ذلك أن سياسة الشراء (أو الانتاج) والتخزين المثلى تقتضى الآتى:

في شهر يناير (و = ٠) يتم شراء أو انتاج ما يكفى	
لطلب فبراير (ك ١)	= ٤ وحدات
في شهر فبراير (و = ١) يتم شراء أو انتاج ما يكفى	
لطلب كل من مارس وابريل معا (ك ٢ + ك ٣)	= ٢٨ وحدة
في شهر مارس (و = ٢) لا يتم شراء أو انتاج شىء	
في شهر ابريل (و = ٣) يتم شراء أو انتاج ما يكفى	
لطلب مايو (ك ٤)	= ٢٠ وحدة
في شهر مايو (و = ٤) يتم شراء أو انتاج ما يكفى	
لطلب يونيو (ك ٥)	= ١٢ وحدة

٦٤

٣٠٠ ك و

ويكون مجموع تكلفة طلب (أو انتاج) وتخزين الوحدات المطلوبة لحين الطلب عليها طبقا لهذه السياسة هو ٦٨٤ جم .

لاحظ أنه اذا قامت المنشأة بطلب عدد من الوحدات فى كل شهر تكفى للطلب المتوقع فى الشهر التالى فان اجمالى التكلفة يكون :

$$(٥٢ + ٨٨ + ٣٥٠ + ٢٠٠ + ٢١٦) = ٩٠٦ \text{ جم} .$$

أما اذا قامت الوحدة بانتاج أو شراء كل الوحدات المطلوبة خلال شهر يناير فان اجمالى التكلفة يكون مساويا لـ

$$= ٢٢٠٤ \text{ جم} .$$

٦- بعض الاستخدامات الاخرى لنموذج البرمجة الديناميكية :

لا تقتصر امكانية استخدام نماذج البرمجة الديناميكية على المشاكل السابق التعرض لها في هذا الفصل . بل يوجد الكثير من مجموعات المشاكل التي تعتبر مجالا خصبا لتطبيق نماذج البرمجة الديناميكية ومنها مايلي :

- ١- مجال الهندسة الكيميائية ومجالات التصميم والانتاج المتعلقة بها .
 - ٢- نظرية المخزون بصفة عامة وخاصة منها مايتعلق بنماذج المخزون المتعدد المراحل .
 - ٣- مجال تخصيص الموارد بصفة عامة وخاصة اذا كانت دوال العائد غير خطية وغير متصلة . مما يصعب معه اتباع وسائل البرمجة الاخرى .
- كل هذه المجالات تحتوى على مجموعات من المشاكل التي يمكن لنماذج البرمجة الديناميكية أن تسهم في حلها بطريقة مثالية .

٧- خصائص ومحددات النموذج :

افترض مشكلة البرمجة غير الخطية التالية :

$$\text{عظم : } H = \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{و } x_i \text{ و } (s_i) .$$

$$\text{في ظل : } \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \leq b_j \quad \text{و } a_{ij} \geq 0 \text{ ، } b_j \geq 0 \text{ ، } x_i \geq 0$$

s_i صفر ، كل قيم s_i أرقام صحيحة .

لاحظ أن المشكلة تتكون من محدد موضوعي واحد وأن دالة الهدف تتكون من مجموع من الدوال المستقلة . لاحظ أن قيم المتغيرات s_i و في المشكلة يجب أن تتخذ أرقام صحيحة ولا تقبل التجزئة . وفي ظل هذه الظروف لا يمكن استخدام وسائل البرمجة الاخرى بمافيها وسائل البرمجة الغير خطية لايجاد الحل الامثل للمشكلة ، حيث كل مايمكن الحصول عليه من هذه الوسائل هو حل تقريبي قد يقترب أو يبتعد من الحل الامثل بدرجة كبيرة .

وسنبين في هذا البند بيان كيفية إيجاد الحل الأمثل للمشكلة من هذا النوع عن طريق استخدام البرمجة الديناميكية وذلك لبيان خصائص النموذج أساساً .

وقبل أن نبدأ افترض أن كل من أ و ب تأخذ قيم صحيحة بصرف النظر عن وحدة القياس ، فإذا كانت ب = ٥ مليون جنيه فانه يمكن استبدالها بالقيمة ب = ٥٠٠ ٠٠٠ هـ جنيه وتصبح وحدة القياس جنيه بدلا من مليون جنيه .

فإذا ما رمزنا للنهائية العظمى المطلقة للدالة (١١) بالرمز π^* فان هدفنا يصبح إيجاد :

$$\pi^* = \max_{1 \leq s \leq n} \left[\sum_{i=1}^n y_i (s) \right] \quad (1)$$

وذلك على أن يكون إيجاد النهاية العظمى ملتزماً بشرط اتخاذ كل س ن لقيم صحيحة موجبة وعلى أن يكون الحل في حدود :

$$\sum_{i=1}^n a_i \leq B \quad (2)$$

ولنفرض الآن أننا اخترنا قيمة لأحد المتغيرات س ن وثبتناها عند هذا المستوى وقمنا بإيجاد النهاية العظمى π^* على باقي المتغيرات س ١ ، س ٢ ، س ٣ ، ... س ١- . فلاحظ في هذه الحالة أن قيمة النهاية العظمى للدالة ستتوقف على القيمة التي اخترناها للمتغير س ن . ولكن افترض أننا فعلنا ذلك لكل القيم التي يمكن إعطاؤها للمتغير س ن ، فلاحظ في هذه الحالة أننا سنجد من بين القيم الناتجة للدالة ١١ احدها والتي تشمل النهاية العظمى المطلقة لها π^* عندما تكون س ن = س ن* . وإذا ما وضعنا هذه الخطوات في صورة علاقة حسابية تكون كالآتي :

اختر قيمة للمتغير س ن ثم احسب بعد ذلك ما يأتي :

$$\left[\sum_{i=1}^n y_i (s) \right] \quad \text{أكبر} \quad \text{س ١ ، ... س ١-}$$

$$+ \left[\sum_{i=1}^{n-1} y_i (s) \right] \quad \text{أكبر} \quad \text{س ١ ، ... س ١-} \quad (3)$$

وحيثما يتم اختيار قيمة s_n فإن بقية المتغيرات s_1, s_2, \dots, s_{n-1} يجب أن تتحدد قيمتها بأرقام صحيحة موجبة بحيث نفي بالشرط :

$$(4) \quad \sum_{i=1}^{n-1} a_{i,s_i} \geq (b - a_n) s_n$$

ولكن : $\frac{\text{أكبر}}{s_1, s_2, \dots, s_{n-1}} \left[\sum_{i=1}^{n-1} y_i (s_i) \right]$ تتوقف قيم متغيراتها التي

يجب أن تكون أرقام صحيحة موجبة على قيمة s_n ، أو بمعنى أدق على قيمة $(b - a_n) s_n$.

$$\text{ولندع : } y_n^* = (b - a_n) s_n = \frac{\text{أكبر}}{s_1, s_2, \dots, s_{n-1}}$$

$$(5) \quad \left[\sum_{i=1}^{n-1} y_i (s_i) \right]$$

حيث يتم إيجاد النهاية العظمى على أساس أرقام صحيحة موجبة لقيم المتغيرات وبحيث يتم الوفاء بالشرط المبين في المعادلة رقم (٤) . فإذا ما حسبنا $y_n^* = (b - a_n) s_n$ لكل القيم التي يمكن أن يتخذها المتغير s_n واختارنا أكبرها فإن معنى ذلك أننا نحصل على النهاية العظمى المطلقة للدالة II حيث :

$$(6) \quad \frac{\text{أكبر}}{s_n} = II^* = \left[y_n^* + (b - a_n) s_n \right]$$

حيث يمكن للمتغير s_n أن يتخذ أرقام صحيحة موجبة تساوى صفراً ، $s_n = 0$ ، $s_n = 1$ ، $s_n = 2$ ، ...
 أن .

وإذا اتبعنا نفس الطريقة لاحتساب قيمة y_n^* تكون الخطوات كالآتي :

افترض أن $| (b - a_n) s_n | = ج$ فيترتب على ذلك أن :

$$y_n^* = (ج) = \frac{\text{أكبر}}{s_1, s_2, \dots, s_{n-1}} \left[\sum_{i=1}^{n-1} y_i (s_i) \right]$$

$$(٧) \quad \frac{\text{أكبر}}{س_١} = [ي_١(س_١) + ي_٢^*(ج - أ - س_١)]$$

حيث يمكن للمتغير $س_١$ أن يتخذ أرقام صحيحة موجبة تساوى صفر، ١، ٢، ...
 .. (ج ÷ أ - ١) ..

وباتباع نفس الطريقة لاحتساب قيمة $ي_٢^*$ وبفرض أن $د =$
 $ج - أ - س_١$ تكون العلاقة الحسابية كالآتى :

$$(٨) \quad \frac{\text{أكبر}}{س_٢} = [ي_٢(س_٢) + ي_١^*(د - أ - س_٢)]$$

وهكذا ... الى أن نصل الى :

$$(٩) \quad \frac{\text{أكبر}}{س_١} = [ي_١(س_١) + ي_٢^*(هـ - أ - س_١)]$$

حيث (٩) دالة فى متغير واحد هو $س_١$

وفى النهاية نصل الى $ي_١^* = \text{II} (هـ)$ (١٠)

وهذه هى الخطوات المتعلقة بطريقة الحساب الخلفية كما استخدمناها فيما سبق .

ويتبين من ذلك أنه اذا كانت المشكلة تتكون من عدد من المتغيرات n (وعادة ما يكون كل $و = ١، ٢، ... n$ هو نقطة اتخاذ قرار فيما يتعلق بقيمة متغير معين) فان نموذج البرمجة الديناميكية يحولها الى عدد من المشاكل n كل منها فى متغير واحد ويتم تحديد قيمة كل متغير لاحق من واقع النموذج الخاص به على اعتبار أن القيم المثلى التى تحددت لكل المتغيرات السابقة تمثل شرط أساسى يجب الحفاظ عليه عند تحديد قيمة كل متغير لاحق (أى أن قيم المتغيرات اللاحقة يجب أن تكون متناسقة مع قيم المتغيرات السابقة بحيث يؤدى مجموعها الى القيمة المثلى لدالة الهدف) ويتربط على ذلك ضرورة الاحتفاظ بالقيم المثلى للمتغيرات السابقة حيث أنها تؤثر فى القيم المثلى لكل المتغيرات اللاحقة . وهذا فى حد ذاته يعتبر أهم نواحي القصور فى نماذج البرمجة الديناميكية . فكلما زاد عدد المتغيرات ($س$) وزاد عدد المراحل ($ص$) التى يتم فيها اتخاذ قرار بشأن قيم المتغيرات التى تحتويها كل مرحلة كلما أصبحت تكلفة النموذج على الحاسب الالكترونى كبيرة وخاصة لحاجة الاحتفاظ بالقيم المثلى للمتغيرات

السابقة للرجوع اليها لاختيار القيم المتلى للمتغيرات اللاحقة .

ومن الجدير بالذكر أن مشكلة صغيرة تتكون من ثلاث موارد وأربعة أنشطة يمكن لكل منها أن يتخذ أحد عشر قيم صحيحة موجبة تزيد عن طاقة التخزين المتواجدة فسي ذاكرة معظم الحاسبات الالكترونية الحديثة . ولكن ذلك في حد ذاته لا يمثل أشكال حيث يمكن تخزين النتائج المتعلقة بالمتغيرات السابقة على شرائط مغناطيسية حيث يتسم تغذيتها للحاسب لقراءتها واستخدام البيانات المخزونة عليها عند ايجاد قيم المتغيرات اللاحقة . وهذا قطعاً سيؤدي الى زيادة تكلفة الحصول على الحل الأمثل .

وكما سبق وأن ذكرنا فإنه يمكن الاستعانة ببعض الطرق الرياضية للتغلب على مشكلة حجم النموذج وذلك بتخفيض أو ايجاد الحل عن طريق وسائل التقريب المتتالي . ولن يسمح المجال هنا لشرح وسائل التقريب المختلفة التي يمكن استخدامها مع نموذج البرمجة الديناميكية .

(ملحق الباب الأول)

جداول القيمة الحالية

جدول (١) : القيمة الحالية لمبلغ ١ جنيه يستحق بعد (ن) سنة، بمعدل (ر) .

جدول (٢) : القيمة الحالية لدفعة سنوية مقدارها ١ جنيه تستحق لمدة (ن) سنة ، بمعدل (ر) .

تاريخ

%12	%18	%20	%25	%27	%28	%29	%30	%31	%32	%33	%34	%35	%36	%37	%38	%39	%40	%41	%42	%43	%44	%45	%46	%47	%48	%49	%50	%51	%52	%53	%54	%55	%56	%57	%58	%59	%60	%61	%62	%63	%64	%65	%66	%67	%68	%69	%70	%71	%72	%73	%74	%75	%76	%77	%78	%79	%80	%81	%82	%83	%84	%85	%86	%87	%88	%89	%90	%91	%92	%93	%94	%95	%96	%97	%98	%99	%100																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7</																																																																																													

ج	١٠١	١١٨	١٢٠	١٢٢	١٢٤	١٢٦	١٢٨	١٣٠	١٣٢	١٣٤	١٣٦	١٣٨	١٤٠	١٤٢	١٤٤	١٤٥	١٥٠
١	٠.٨١٦١١	٠.٨٤٤٧٥	٠.٨٧٢٢٢	٠.٨٩٩١٥	٠.٩٢٦١٥	٠.٩٥٣٢٧	٠.٩٨٠٤١	٠.٩٩٩١٢	٠.٩٩٩٩٩	٠.٩٩٩٩٩	٠.٩٩٩٩٩	٠.٩٩٩٩٩	٠.٩٩٩٩٩	٠.٩٩٩٩٩	٠.٩٩٩٩٩	٠.٩٩٩٩٩	٠.٩٩٩٩٩
٢	١.١٠٠٠٢	١.١٠١٥١	١.١٠٣٠٢	١.١٠٤٥٣	١.١٠٦٠٤	١.١٠٧٥٥	١.١٠٩٠٦	١.١١٠٥٧	١.١١٢٠٨	١.١١٣٥٩	١.١١٥١٠	١.١١٦٦١	١.١١٨١٢	١.١١٩٦٣	١.١٢١١٤	١.١٢٢٦٥	١.١٢٤١٦
٣	٢.٢٤٥٠٩	٢.٢٤٦٥٩	٢.٢٤٨١٠	٢.٢٤٩٦١	٢.٢٥١١٢	٢.٢٥٢٦٣	٢.٢٥٤١٤	٢.٢٥٥٦٥	٢.٢٥٧١٦	٢.٢٥٨٦٧	٢.٢٦٠١٨	٢.٢٦١٦٩	٢.٢٦٣٢٠	٢.٢٦٤٧١	٢.٢٦٦٢٢	٢.٢٦٧٧٣	٢.٢٦٩٢٤
٤	٣.٧٩٩٨٢	٣.٨٠١٣٣	٣.٨٠٢٨٤	٣.٨٠٤٣٥	٣.٨٠٥٨٦	٣.٨٠٧٣٧	٣.٨٠٨٨٨	٣.٨١٠٣٩	٣.٨١١٩٠	٣.٨١٣٤١	٣.٨١٤٩٢	٣.٨١٦٤٣	٣.٨١٧٩٤	٣.٨١٩٤٥	٣.٨٢٠٩٦	٣.٨٢٢٤٧	٣.٨٢٣٩٨
٥	٥.٢٧٤٢٢	٥.٢٧٥٧٣	٥.٢٧٧٢٤	٥.٢٧٨٧٥	٥.٢٨٠٢٦	٥.٢٨١٧٧	٥.٢٨٣٢٨	٥.٢٨٤٧٩	٥.٢٨٦٣٠	٥.٢٨٧٨١	٥.٢٨٩٣٢	٥.٢٩٠٨٣	٥.٢٩٢٣٤	٥.٢٩٣٨٥	٥.٢٩٥٣٦	٥.٢٩٦٨٧	٥.٢٩٨٣٨
٦	٦.٨١١١١	٦.٨١٢٦٢	٦.٨١٤١٣	٦.٨١٥٦٤	٦.٨١٧١٥	٦.٨١٨٦٦	٦.٨٢٠١٧	٦.٨٢١٦٨	٦.٨٢٣١٩	٦.٨٢٤٧٠	٦.٨٢٦٢١	٦.٨٢٧٧٢	٦.٨٢٩٢٣	٦.٨٣٠٧٤	٦.٨٣٢٢٥	٦.٨٣٣٧٦	٦.٨٣٥٢٧
٧	٨.٢٨١١١	٨.٢٨٢٦٢	٨.٢٨٤١٣	٨.٢٨٥٦٤	٨.٢٨٧١٥	٨.٢٨٨٦٦	٨.٢٩٠١٧	٨.٢٩١٦٨	٨.٢٩٣١٩	٨.٢٩٤٧٠	٨.٢٩٦٢١	٨.٢٩٧٧٢	٨.٢٩٩٢٣	٨.٣٠٠٧٤	٨.٣٠٢٢٥	٨.٣٠٣٧٦	٨.٣٠٥٢٧
٨	٩.٨١١١١	٩.٨١٢٦٢	٩.٨١٤١٣	٩.٨١٥٦٤	٩.٨١٧١٥	٩.٨١٨٦٦	٩.٨٢٠١٧	٩.٨٢١٦٨	٩.٨٢٣١٩	٩.٨٢٤٧٠	٩.٨٢٦٢١	٩.٨٢٧٧٢	٩.٨٢٩٢٣	٩.٨٣٠٧٤	٩.٨٣٢٢٥	٩.٨٣٣٧٦	٩.٨٣٥٢٧
٩	١٠.٨١١١١	١٠.٨١٢٦٢	١٠.٨١٤١٣	١٠.٨١٥٦٤	١٠.٨١٧١٥	١٠.٨١٨٦٦	١٠.٨٢٠١٧	١٠.٨٢١٦٨	١٠.٨٢٣١٩	١٠.٨٢٤٧٠	١٠.٨٢٦٢١	١٠.٨٢٧٧٢	١٠.٨٢٩٢٣	١٠.٨٣٠٧٤	١٠.٨٣٢٢٥	١٠.٨٣٣٧٦	١٠.٨٣٥٢٧
١٠	١١.٨١١١١	١١.٨١٢٦٢	١١.٨١٤١٣	١١.٨١٥٦٤	١١.٨١٧١٥	١١.٨١٨٦٦	١١.٨٢٠١٧	١١.٨٢١٦٨	١١.٨٢٣١٩	١١.٨٢٤٧٠	١١.٨٢٦٢١	١١.٨٢٧٧٢	١١.٨٢٩٢٣	١١.٨٣٠٧٤	١١.٨٣٢٢٥	١١.٨٣٣٧٦	١١.٨٣٥٢٧
١١	١٢.٨١١١١	١٢.٨١٢٦٢	١٢.٨١٤١٣	١٢.٨١٥٦٤	١٢.٨١٧١٥	١٢.٨١٨٦٦	١٢.٨٢٠١٧	١٢.٨٢١٦٨	١٢.٨٢٣١٩	١٢.٨٢٤٧٠	١٢.٨٢٦٢١	١٢.٨٢٧٧٢	١٢.٨٢٩٢٣	١٢.٨٣٠٧٤	١٢.٨٣٢٢٥	١٢.٨٣٣٧٦	١٢.٨٣٥٢٧
١٢	١٣.٨١١١١	١٣.٨١٢٦٢	١٣.٨١٤١٣	١٣.٨١٥٦٤	١٣.٨١٧١٥	١٣.٨١٨٦٦	١٣.٨٢٠١٧	١٣.٨٢١٦٨	١٣.٨٢٣١٩	١٣.٨٢٤٧٠	١٣.٨٢٦٢١	١٣.٨٢٧٧٢	١٣.٨٢٩٢٣	١٣.٨٣٠٧٤	١٣.٨٣٢٢٥	١٣.٨٣٣٧٦	١٣.٨٣٥٢٧
١٣	١٤.٨١١١١	١٤.٨١٢٦٢	١٤.٨١٤١٣	١٤.٨١٥٦٤	١٤.٨١٧١٥	١٤.٨١٨٦٦	١٤.٨٢٠١٧	١٤.٨٢١٦٨	١٤.٨٢٣١٩	١٤.٨٢٤٧٠	١٤.٨٢٦٢١	١٤.٨٢٧٧٢	١٤.٨٢٩٢٣	١٤.٨٣٠٧٤	١٤.٨٣٢٢٥	١٤.٨٣٣٧٦	١٤.٨٣٥٢٧
١٤	١٥.٨١١١١	١٥.٨١٢٦٢	١٥.٨١٤١٣	١٥.٨١٥٦٤	١٥.٨١٧١٥	١٥.٨١٨٦٦	١٥.٨٢٠١٧	١٥.٨٢١٦٨	١٥.٨٢٣١٩	١٥.٨٢٤٧٠	١٥.٨٢٦٢١	١٥.٨٢٧٧٢	١٥.٨٢٩٢٣	١٥.٨٣٠٧٤	١٥.٨٣٢٢٥	١٥.٨٣٣٧٦	١٥.٨٣٥٢٧
١٥	١٦.٨١١١١	١٦.٨١٢٦٢	١٦.٨١٤١٣	١٦.٨١٥٦٤	١٦.٨١٧١٥	١٦.٨١٨٦٦	١٦.٨٢٠١٧	١٦.٨٢١٦٨	١٦.٨٢٣١٩	١٦.٨٢٤٧٠	١٦.٨٢٦٢١	١٦.٨٢٧٧٢	١٦.٨٢٩٢٣	١٦.٨٣٠٧٤	١٦.٨٣٢٢٥	١٦.٨٣٣٧٦	١٦.٨٣٥٢٧
١٦	١٧.٨١١١١	١٧.٨١٢٦٢	١٧.٨١٤١٣	١٧.٨١٥٦٤	١٧.٨١٧١٥	١٧.٨١٨٦٦	١٧.٨٢٠١٧	١٧.٨٢١٦٨	١٧.٨٢٣١٩	١٧.٨٢٤٧٠	١٧.٨٢٦٢١	١٧.٨٢٧٧٢	١٧.٨٢٩٢٣	١٧.٨٣٠٧٤	١٧.٨٣٢٢٥	١٧.٨٣٣٧٦	١٧.٨٣٥٢٧
١٧	١٨.٨١١١١	١٨.٨١٢٦٢	١٨.٨١٤١٣	١٨.٨١٥٦٤	١٨.٨١٧١٥	١٨.٨١٨٦٦	١٨.٨٢٠١٧	١٨.٨٢١٦٨	١٨.٨٢٣١٩	١٨.٨٢٤٧٠	١٨.٨٢٦٢١	١٨.٨٢٧٧٢	١٨.٨٢٩٢٣	١٨.٨٣٠٧٤	١٨.٨٣٢٢٥	١٨.٨٣٣٧٦	١٨.٨٣٥٢٧
١٨	١٩.٨١١١١	١٩.٨١٢٦٢	١٩.٨١٤١٣	١٩.٨١٥٦٤	١٩.٨١٧١٥	١٩.٨١٨٦٦	١٩.٨٢٠١٧	١٩.٨٢١٦٨	١٩.٨٢٣١٩	١٩.٨٢٤٧٠	١٩.٨٢٦٢١	١٩.٨٢٧٧٢	١٩.٨٢٩٢٣	١٩.٨٣٠٧٤	١٩.٨٣٢٢٥	١٩.٨٣٣٧٦	١٩.٨٣٥٢٧
١٩	٢٠.٨١١١١	٢٠.٨١٢٦٢	٢٠.٨١٤١٣	٢٠.٨١٥٦٤	٢٠.٨١٧١٥	٢٠.٨١٨٦٦	٢٠.٨٢٠١٧	٢٠.٨٢١٦٨	٢٠.٨٢٣١٩	٢٠.٨٢٤٧٠	٢٠.٨٢٦٢١	٢٠.٨٢٧٧٢	٢٠.٨٢٩٢٣	٢٠.٨٣٠٧٤	٢٠.٨٣٢٢٥	٢٠.٨٣٣٧٦	٢٠.٨٣٥٢٧
٢٠	٢١.٨١١١١	٢١.٨١٢٦٢	٢١.٨١٤١٣	٢١.٨١٥٦٤	٢١.٨١٧١٥	٢١.٨١٨٦٦	٢١.٨٢٠١٧	٢١.٨٢١٦٨	٢١.٨٢٣١٩	٢١.٨٢٤٧٠	٢١.٨٢٦٢١	٢١.٨٢٧٧٢	٢١.٨٢٩٢٣	٢١.٨٣٠٧٤	٢١.٨٣٢٢٥	٢١.٨٣٣٧٦	٢١.٨٣٥٢٧
٢١	٢٢.٨١١١١	٢٢.٨١٢٦٢	٢٢.٨١٤١٣	٢٢.٨١٥٦٤	٢٢.٨١٧١٥	٢٢.٨١٨٦٦	٢٢.٨٢٠١٧	٢٢.٨٢١٦٨	٢٢.٨٢٣١٩	٢٢.٨٢٤٧٠	٢٢.٨٢٦٢١	٢٢.٨٢٧٧٢	٢٢.٨٢٩٢٣	٢٢.٨٣٠٧٤	٢٢.٨٣٢٢٥	٢٢.٨٣٣٧٦	٢٢.٨٣٥٢٧
٢٢	٢٣.٨١١١١	٢٣.٨١٢٦٢	٢٣.٨١٤١٣	٢٣.٨١٥٦٤	٢٣.٨١٧١٥	٢٣.٨١٨٦٦	٢٣.٨٢٠١٧	٢٣.٨٢١٦٨	٢٣.٨٢٣١٩	٢٣.٨٢٤٧٠	٢٣.٨٢٦٢١	٢٣.٨٢٧٧٢	٢٣.٨٢٩٢٣	٢٣.٨٣٠٧٤	٢٣.٨٣٢٢٥	٢٣.٨٣٣٧٦	٢٣.٨٣٥٢٧
٢٣	٢٤.٨١١١١	٢٤.٨١٢٦٢	٢٤.٨١٤١٣	٢٤.٨١٥٦٤	٢٤.٨١٧١٥	٢٤.٨١٨٦٦	٢٤.٨٢٠١٧	٢٤.٨٢١٦٨	٢٤.٨٢٣١٩	٢٤.٨٢٤٧٠	٢٤.٨٢٦٢١	٢٤.٨٢٧٧٢	٢٤.٨٢٩٢٣	٢٤.٨٣٠٧٤	٢٤.٨٣٢٢٥	٢٤.٨٣٣٧٦	٢٤.٨٣٥٢٧
٢٤	٢٥.٨١١١١	٢٥.٨١٢٦٢	٢٥.٨١٤١٣	٢٥.٨١٥٦٤	٢٥.٨١٧١٥	٢٥.٨١٨٦٦	٢٥.٨٢٠١٧	٢٥.٨٢١٦٨	٢٥.٨٢٣١٩	٢٥.٨٢٤٧٠	٢٥.٨٢٦٢١	٢٥.٨٢٧٧٢	٢٥.٨٢٩٢٣	٢٥.٨٣٠٧٤	٢٥.٨٣٢٢٥	٢٥.٨٣٣٧٦	٢٥.٨٣٥٢٧
٢٥	٢٦.٨١١١١	٢٦.٨١٢٦٢	٢٦.٨١٤١٣	٢٦.٨١٥٦٤	٢٦.٨١٧١٥	٢٦.٨١٨٦٦	٢٦.٨٢٠١٧	٢٦.٨٢١٦٨	٢٦.٨٢٣١٩	٢٦.٨٢٤٧٠	٢٦.٨٢٦٢١	٢٦.٨٢٧٧٢	٢٦.٨٢٩٢٣	٢٦.٨٣٠٧٤	٢٦.٨٣٢٢٥	٢٦.٨٣٣٧٦	٢٦.٨٣٥٢٧
٢٦	٢٧.٨١١١١	٢٧.٨١٢٦٢	٢٧.٨١٤١٣	٢٧.٨١٥٦٤	٢٧.٨١٧١٥	٢٧.٨١٨٦٦	٢٧.٨٢٠١٧	٢٧.٨٢١٦٨	٢٧.٨٢٣١٩	٢٧.٨٢٤٧٠	٢٧.٨٢٦٢١	٢٧.٨٢٧٧٢	٢٧.٨٢٩٢٣	٢٧.٨٣٠٧٤	٢٧.٨٣٢٢٥	٢٧.٨٣٣٧٦	٢٧.٨٣٥٢٧
٢٧	٢٨.٨١١١١	٢٨.٨١٢٦٢	٢٨.٨١٤١٣	٢٨.٨١٥٦٤	٢٨.٨١٧١٥	٢٨.٨١٨٦٦	٢٨.٨٢٠١٧	٢٨.٨٢١٦٨	٢٨.٨٢٣١٩	٢٨.٨٢٤٧٠	٢٨.٨٢٦٢١	٢٨.٨٢٧٧٢	٢٨.٨٢٩٢٣	٢٨.٨٣٠٧٤	٢٨.٨٣٢٢٥	٢٨.٨٣٣٧٦	٢٨.٨٣٥٢٧
٢٨	٢٩.٨١١١١	٢٩.٨١٢٦٢	٢٩.٨١٤١٣	٢٩.٨١٥٦٤	٢٩.٨١٧١٥	٢٩.٨١٨٦٦	٢٩.٨٢٠١٧	٢٩.٨٢١٦٨	٢٩.٨٢٣١٩	٢٩.٨٢٤٧٠	٢٩.٨٢٦٢١	٢٩.٨٢٧٧٢	٢٩.٨٢٩٢٣	٢٩.٨٣٠٧٤	٢٩.٨٣٢٢٥	٢٩.٨٣٣٧٦	٢٩.٨٣٥٢٧
٢٩	٣٠.٨١١١١	٣٠.٨١٢٦٢	٣٠.٨١٤١٣	٣٠.٨١٥٦٤	٣٠.٨١٧١٥	٣٠.٨١٨٦٦	٣٠.٨٢٠١٧	٣٠.٨٢١٦٨	٣٠.٨٢٣١٩	٣٠.٨٢٤٧٠	٣٠.٨٢٦٢١	٣٠.٨٢٧٧٢	٣٠.٨٢٩٢٣	٣٠.٨٣٠٧٤	٣٠.٨٣٢٢٥	٣٠.٨٣٣٧٦	٣٠.٨٣٥٢٧
٣٠	٣١.٨١١١١	٣١.٨١٢٦٢	٣١.٨١٤١٣	٣١.٨١٥٦٤	٣١.٨١٧١٥	٣١.٨١٨٦٦	٣١.٨٢٠١٧	٣١.٨٢١٦٨	٣١.٨٢٣١٩	٣١.٨٢٤٧٠	٣١.٨٢٦٢١	٣١.٨٢٧٧٢	٣١.٨٢٩٢٣	٣١.٨٣٠٧٤	٣١.٨٣٢٢٥	٣١.٨٣٣٧٦	٣١.٨٣٥٢٧

المحتويات

الباب الأول


النماذج المحاسبية

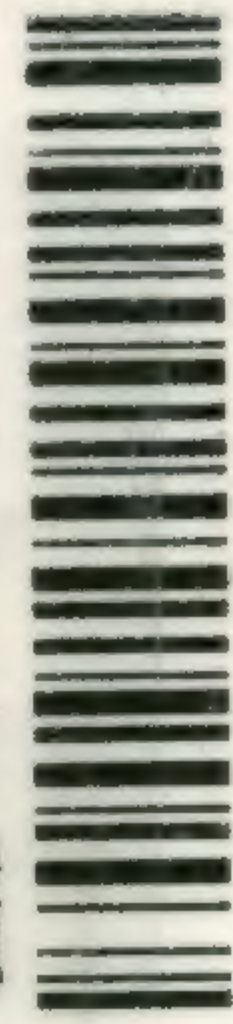
رقم الصفحة		
١	دور المعلومات المحاسبية	الفصل الأول :
٢٩	اتخاذ القرارات الادارية	الفصل الثانى :
٥٣	الموازنات التقديرية	الفصل الثالث :
١٢١	اتخاذ القرارات فى مجال تخطيط الأرباح ..	الفصل الرابع :
١٨١	اتخاذ القرارات فى مجال التخطيط المالى ..	الفصل الخامس :
	الموازنة الرأسمالية واتخاذ قرارات الانفاق	الفصل السادس :
٢١٨	الرأسمالى	

الباب الثانى

بحوث العمليات والنماذج الكمية

٢٨٩	البرمجة الخطية (بعض المفاهيم الأساسية) ..	الفصل الأول :
٣٣٥	البرمجة الخطية (طريقة السمبلكس) ..	الفصل الثانى :
	البرمجة الخطية (تداخل النشاط والتناحية	الفصل الثالث :
٣٧٣	والتحلل وتحليل الحساسية) ..	
٤٣٧	طرق التوزيع	الفصل الرابع :
٤٩١	البرمجة العددية وطريقة السمبلكس التناحية ..	الفصل الخامس :
	نماذج التحليل الشبكي فى تخطيط وجدولة	الفصل السادس :
٥١٣	تنفيذ المشروعات	
٥٥٥	مقدمة فى نظرية المباريات	الفصل السابع :
٥٧٩	البرمجة الديناميكية	الفصل الثامن :

 Bibliotheca Alexandrina



1185969